FLORA DEL VALLE DE TEHUACÁN-CUICATLÁN

Fascículo 90. **CYANOPROKARYOTA**







INSTITUTO DE BIOLOGÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

2011

Cualquier asunto relacionado con esta publicación, favor de dirigirse a la Editora:
Departamento de Botánica, Instituto de Biología, UNAM. Apartado postal 70-233, C.P. 04510 México, D. F. Correo electrónico: editortehuacan@ibiologia.unam.mx

FLORA DEL VALLE DE
TEHUACÁN-CUICATLÁN

Fascículo 90. **CYANOPROKARYOTA** J. Komárek

Eberto Novelo[*]

[*]Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México





INSTITUTO DE BIOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
2011

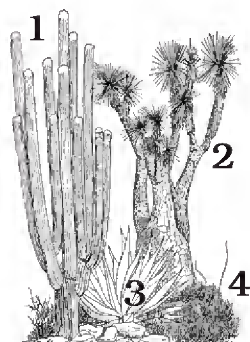
Primera edición: 19 de septiembre de 2011

ISBN 968-36-3108-8 Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán
ISBN 978-607-02-2565-9 Fascículo 90



Este fascículo se publica gracias al apoyo económico recibido de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Dirección del autor:
Algas Continentales. Ecología y Taxonomía. Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
Ap. Postal 70-474. Copilco, Coyoacán, México, D.F. México.
Tel. 5622 5430, fax 5622 4828, correo electrónico:
enm@fciencias.unam.mx; novelo@unam.mx



En la portada:

1. *Mitrocereus fulviceps* (cardón)
2. *Beaucarnea purpusii* (soyate)
3. *Agave peacockii* (maguey fibroso)
4. *Agave stricta* (gallinita)

Dibujo de Elvia Esparza

CYANOPROKARYOTA[1, 2] J. Komárek
(CYANOBACTERIA-CYANOPHYTA)
Eberto Novelo

Bibliografía. Anagnostidis, K. & J. Komárek. 1985. Modern approach to the classification systems of cyanophytes. 1. Introduction. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 38-39: 291-302. Bourrelly, P. 1985. *Les algues d'eau douce. Initiation à la Systématique. III. Les algues blueues et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines.* Société Nouvelle des Editions Boubée, París. 606 p. Desikachary, T.V. 1959. *Cyanophyta.* India Council of Agricultural Research, New Delhi. 686 p. Drouet, F. & W.A. Daily, 1939. The planktonic freshwater species of Microcystis. Botanical Series. *Field Museum of Natural History* 20(3): 67-83. Frémy, P. 1929-1933. Les Cyanophycées des Cotes d'Europe. *Memoires de la Societé Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques de Cherbourg* 41[1], 1-234+66 lam. Saint-Lo. Frémy, P. 1930. Les Myxophycees de l'Afrique équatoriale francaise. *Archives de Botanique 3* [*Memories No. 2*], Caen. 1-508. Geitler, L. 1932. *Cyanophyceae.* Akademische Verlagsgesellschaft m.b.h., Leipzig. 1196 p. Geitler, L. & Ruttner, F. 1935. Die Cyanophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda-expedition, ihre morphologie, systematik und ökologie. *Arch. Hydrobiol.* 14: 308-483. Guiry, M.D. & G.M. Guiry, 2011. *Algae Base.* World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org. Hansgirg, A. 1892. *Prodromus der Algenflora Böhemen.* 2. Arch Naturwss.-Landesdurchforsch. Böhmen 8(4): 1-268. Hoffmann, L., J. Kastovk & J. Komárek. 2005. Proposal of cyanobacterial system-2004. *In*: J. Komárek & K. Anagnostidis (eds.). *Cyanoprokaryota. 2. Teil 2nd Part*: *Oscillatoriales.* München: Elsevier GmbH. p.p. 657-660. Komárek, J. & T. Hauer. 2011. CyanoDB.cz-On-line database of cyanobacterial genera. Word wide electronic publication, Univ. of South Bohemia & Inst. of Botany

Ilustrado por Eberto Novelo

[1] Dentro del plan original de esta Flora se contempló trabajar únicamente con las Plantas Vasculares, sin embargo, las Algas Continentales han sido estudiadas durante varias décadas en esta región semiárida. Como resultado de estas investigaciones se ha generado información valiosa acerca de estos organismos y sobre su riqueza, la cual forma parte también de la flora. Una flora microscópica que puede ocupar áreas y volúmenes considerables en los ambientes acuáticos. Por esta razón se considera importante publicar dentro de esta serie tres fascículos sobre la diversidad de este grupo. En este primer fascículo se incluyen 16 familias, 34 géneros y 76 especies.

Se sigue el sistema de clasificación propuesto por Komárek y Anagnostidis (1985) hasta el nivel de familia, los géneros y especies están ordenados alfabéticamente. Se usa el Código Internacional de Nomenclatura Botánica en lugar del Código de Nomenclatura Bacteriológico, para la asignación de nombres y las normas nomenclaturales.

Se proporcionan ilustraciones para las especies, un mapa con las localidades muestreadas y un glosario.

La evaluación y revisión fue realizada por los Drs. Ma. Esther Meave del Castillo y Abel Senties Granados de la UAM-Iztapalapa a quienes agradecemos su cuidadoso trabajo.

[2] Este fascículo se publica gracias al apoyo económico recibido por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

AS CR, http://www.cyanodb.cz (último acceso: 19 abril de 2011). Komárek, J. 1996. Toward a combined approach for the taxonomy and species delimitation of picoplanktic cyanoprokaryotes. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 83: 377-401. Novelo, E. 1998. Floras ficológicas del Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Doctorado (Biología) Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 599 p. Silva, P.C. 2011. Index Nominum Algarum (INA). University Herbarium, University of California, Berkeley. University Herbarium, University of California, Berkeley, http://ucjeps.berkeley.edu/INA.html (último acceso: 19 abril de 2011). Silva, P.C., P.W. Basson, & R.L. Moe, 1996. *Catalogue of the benthic marine algae of the Indian Ocean*. University of California Berkeley Publications in Botany 79: 1-1259. Starmach, K. 1966. *Cyanophyt-Sinice. Glaucophyta-Glaukofity*. Polska Akademia Nauk, Warsawa. 807 p. Tilden, J.E. 1910. *Minnesota algae. Vol. I. The Myxophyceae of North America and adjacent regions including central America, Greenland, Bermuda, the West Indies and Hawaii*. Report of the Survey Botanical series VIII. University of Minnesota, Minneapolis. UNESCO. *In*: S. Bonilla (ed.). 2009. *Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión*. Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), Facultad de Ciencias de la Universidad de la República, Montevideo. 105 p.

CYANOPHYCEAE Sachs

Organismos unicelulares, coloniales, filamentosos y pseudoparenquimatosos; la organización típica de estos es la de una célula procarionte, sin organelos con dobles membranas, sin núcleos, ni cromosomas con histonas; los pigmentos fotosintéticos se encuentran en membranas (tilacoides) solitarias y equidistantes, no agrupadas para formar lamelas o ningún tipo de grana o pseudograna, estos tilacoides contienen clorofila α, ficocianina, aloficocianina y ficoeritrina, β caroteno, xantofilas; el ADN se ubica en el centro del protoplasto (nucleoplasma) con abundantes plásmidos; la pared celular se compone de mureína (ácido α - γ diaminopimélico, glucosamina y alamina), una capa de lipopolisacáridos y una vaina mucilaginosa (de polisacárido hidratado). Las reservas fotosintéticas son el almidón cianoficiano (arginina y ácido aspártico) y la poliglucosa dispersa entre los tilacoides (parecida al glicógeno); así como también los cuerpos de polifosfato y carboxisomas (cuerpos poliédricos) que contienen la enzima principal para la fijación fotosintética del CO_2 (RuBisCO). Sólo existe la multiplicación (reproducción asexual).

Discusión. Cyanophycea es la única clase de la división Cyanoprokaryota, tradicionalmente se ha dividido en cuatro órdenes: Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales y Stigonematales. Las evidencias moleculares actuales apoyan esta separación basada principalmente en la morfología, excepto en el caso de Stigonematales que en algunas referencias recientes son incluidas en las Nostocales. En este trabajo se mantiene la separación entre ambos órdenes y se utiliza la nomenclatura propuesta por Komárek en vez de utilizar el nombre de Cyanobacteria Stanier. La presencia de fotosíntesis oxigénica, de tilacoides

con ficobilisomas ordenados nos permite distinguir a este grupo de las típicas bacterias.

Diversidad. En Cyanoprokaryota se reconocen 25 familias con 124 géneros, con 2776 especies (www.algaebase.org) en el mundo, 18 familias, 105 géneros y 623 especies en México, 16 familias, 34 géneros y 76 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Las especies de Cyanoprokaryota están presentes en hábitats diversos del mundo; tanto acuáticos como terrestres, marinos y de agua dulce, planctónicos o bentónicos. En algunos casos, su presencia en grandes crecimientos modifica las comunidades acuáticas o subaéreas y son importantes como productores primarios, organismos fijadores de nitrógeno atmosférico en forma no simbiótica y como productores de compuestos tóxicos. A pesar de esta presencia ubicua, las especies de cianofíceas son generalmente especialistas en las condiciones ecológicas donde viven.

CLAVE PARA LOS ÓRDENES

1. Algas principalmente solitarias o en cenobios o colonias, sin diferenciación celular ni organización filamentosa. CHROOCOCCALES
1. Algas filamentosas.
  2. Filamentos con heterocitos y acinetos. NOSTOCALES
  2. Filamentos sin células especializadas. OSCILLATORIALES

CHROOCOCCALES Wettstein

Bibliografía. Komárek, J. 2003. Coccoid and colonial Cyanobacteria. *In*: Wehr, J.D. & R.G. Sheath, (eds.), *Freshwater algae of North America. Ecology and classification*. San Diego: Academic Press. p.p. 59-116. Komárek, J. & K. Anagnostidis. 1986. Modern approach to the classification systems of cyanophytes. 2-Chroococcales. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 43: 157-226. Komárek, J. & K. Anagnostidis. 1998. *Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales*. Jena: Gustav Fischer. 548 p. McGregor, G.B., L.D. Fabbro & J.S. Lobegeiger. 2007. Freshwater planktic Chroococcales (Cyanoprokaryota) from North-Eastern Australia: a morphological evaluation. *Nov. Hed.* 84: 299-331.

Solitarias, **cenobios** o **colonias**, pseudoparenquimatosos o pseudofilamentosos; sin diferenciación celular ni organización filamentosa, pero en algunos casos con polaridad celular en la organización de la colonia. **División celular** simple por fisión binaria, con formación facultativa de exocitos, baeocitos y nanocitos.

Discusión. En este orden se reconoce a las familias por la forma de las células en relación con el tipo de división celular, la polaridad de las células y las colonias, el tipo de división celular (como modificaciones de la fisión binaria o múltiple), el modo de vida unicelular o colonial y la forma y estructura de la colonia por la formación de varios tipos de mucílago (capas concéntricas o no, conexiones entre células, caulidios, etc.).

Diversidad. Komárek y Anagnostidis (1998) reconocen 11 familias, 93 géneros con más de 1190 especies en el mundo, 10 familias con 50 géneros y 207

especies en México, 8 familias con 16 géneros y 27 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Orden con representantes en todo el mundo, pero con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS FAMILIAS

1. Células esféricas e isopolares, a veces irregulares.
  2. División celular en un plano. Synechococcaceae
  2. División celular en más de un plano.
    3. División celular en dos planos perpendiculares entre sí y al plano de las colonias. Merismopediaceae
    3. División celular en tres o más planos.
      4. Las células crecen a su tamaño y forma original antes de la siguiente división. Microcystaceae
      4. Las células no crecen a su tamaño y forma original antes de la siguiente división.
        5. Células solitarias o en grupos irregulares, con formación de nanocitos. Xenococcaceaea
        5. Células solitarias o en colonias, con vaina individual, esféricas o polarizadas, sin formación de nanocitos.
          6. Células solitarias o en grupos irregulares, con vaina individual. Chroococcaceae
          6. Células formando colonias esféricas, alargadas, polarizadas o pseudofilamentos. Entophysalidaceae
1. Células heteropolares o de forma variable.
  7. Células heteropolares, con formación de exocitos. Chamaesiphonaceae
  7. Células de forma variable, ligeramente polarizadas, con formación de monocitos. Hyellaceae

SYNECHOCOCCACEAE J. Komárek & K. Anagnostidis

Colonias sin una estructura definida, amorfas, aunque algunos géneros formas colonias esféricas y las células se distribuyen en la periferia o al final de caulidios mucilaginosos. **Células** solitarias esféricas, ovales, elipsoidales, fusiformes o cilíndricas o en agrupaciones mucilaginosas con las células arregladas irregularmente o formando pseudofilamentos. **División celular** en una dirección, perpendicular al eje mayor de las células, en un sólo plano.

Discusión. Aunque las características de la familia son la forma alargada de las células y la división en un plano, en ella se han incluido géneros con una gran diversidad ultraestructural que abarca una mayor diversidad. Las células de involución se presentan en cultivos en condiciones subóptimas, rara vez en condiciones naturales. La familia se divide en 2 subfamilias, sólo Aphanothecoideae con representantes en el Valle.

Diversidad. Familia con 27 géneros y más de 250 especies en el mundo, 11 géneros y 36 especies en México, 4 géneros y 4 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

APHANOTHECOIDEAE J. Komárek & K. Anagnostidis

Solitarias o **coloniales**, mucilaginosas; cuando se presentan las células de involución son de contorno irregular no filamentosas, a veces las células se distribuyen en la periferia de la colonia o al final de caulidios mucilaginosos. **Células** ovales o cilíndricas, la proporción largo/diámetro = 3-1 o generalmente menor; **vaina** lamelada o confluente. **División celular**, se producen dos células isomórficas que crecen antes de la siguiente división; nanocitos facultativos en algunas especies.

Discusión. La mayoría de las especies son planctónicas o metafíticas, sólo en algunos géneros existen especies subaéreas.

Diversidad. Subfamilia con 15 géneros y más de 150 especies en el mundo, 6 géneros y 25 especies en México, 4 géneros y 4 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Células solitarias o en agrupaciones sin formar colonias.
  2. Células ovales a ampliamente ovales con contenido celular reticulado (ceritomizado). 3. *Cyanothece*
  2. Células cilíndricas, bacilares a ampliamente ovales con contenido celular homogéneo. 2. *Cyanobacterium*
1. Células agrupadas que forman colonias mucilaginosas.
  3. Mucílago de las colonias difluente o firme, sin estructura interna. 1. *Aphanothece*
  3. Mucílago de las colonias firme, células y grupos con vaina individual. 4. *Gloeothece*

1. *APHANOTHECE* Nägeli

1. *APHANOTHECE* Nägeli, Gatt. Einzell. Alg. 59. 1849.

Colonias micro o macroscópicas, esféricas o irregulares, verdosas, azulosas, pardas o rojizas con células dispuestas densa o laxamente, sin orden en el mucílago; mucílago difluente o limitado, sin estructura interna, incoloro o amarillento, pardusco o rojizo en la parte superficial. **Células** ovales, elipsoidales o bacilares, rectas o ligeramente curvas, ápice redondeado, azul grisáceo, verde azul pálido o rojizas, con cromatoplasma periférico; **vaina** individual ausente o sólo en las partes marginales de las colonias es firme y en ese caso lamelada finamente. **División celular** en un plano transversal en generaciones sucesivas, la multiplicación es por desintegración de las colonias, nanocitos conocidos en algunas especies.

Diversidad. Género con 59 especies en el mundo, 16 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

Aphanothece elabens (Brébisson) Elenkin, Monogr. Alg. Cyanophyc., Pars Gen. 279. adnot. 1936 (May). *Microhaloa elabens* Brébisson ex litt. Meneghini, Monogr. Nostoch. Ital. Mem. Acad. Torino Ser. 2, 5 (Ser. Fis. & Mat.): 104. 1842. *Microcystis elabens* (Brébisson) Kützing, Tab. Phyc. 1: 6, Pl. 8. Jan. 1846. *Policystis elabens* (Brébisson in Menighini) Kützing, Sp. Alg. 210. 1849. TIPO: FRANCIA. Falaise: (Ber).

Colonias compactas, ligeramente esféricas, libres, verde azules, con vaina común fina. **Células** ovales a cilíndricas, 5.2-5.4 µm largo, 2.3-2.4 µm diámetro, cercanas unas de otras, sin aerotopos; **vaina** individual homogénea e incolora. Fig. 1.

Discusión. El material tipo no está bien definido, los ejemplares utilizados como punto de referencia fueron revisados por Drouet y Daily (1939) y citados como válidos en el INA. Komárek y Anagnostidis (1999) aseguran que es una especie de distribución templada y que los registros de la zona tropical pertenecen a *A. conglomerata* Rich (1933), sin embargo, el material de Tehuacán-Cuicatlán es claramente parte de *A. elabens* por las dimensiones y distribución de las células en el mucílago.

Distribución. América, África, Asia y Europa. Primer registro para México, se había identificado erróneamente para el estado de Chiapas.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Vicente Guerrero: San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183), (FCME-PAP 184).

Hábitat. Crece como epipélica y metafítica en lagos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica y epífita formando parte de natas flotantes y perifiton. La Laguna Mayor tiene gran cantidad de tule en la orilla (*Typha domingensis* Pers.), temperatura del agua: 21 °C, pH 7.0.

2. *CYANOBACTERIUM* Rippka & Cohen-Bazire

2. *CYANOBACTERIUM* Rippka & Cohen-Bazire, Ann. Microbiol. (Inst. Pasteur) 134B: 21-36. 1983.

Solitarias o en grupos de pares después de la división celular, nunca forman colonias, vainas ausentes. **Células** cilíndricas, bacilares, con polos redondeados o ampliamente ovales, rectas o ligeramente arqueadas; contenido celular homogéneo aunque en ocasiones con una estriación por la orientación longitudinal de los tilacoides. **División celular** binaria ecuatorial, siempre produce células isodiamétricas, las células hijas crecen a su talla original antes de la siguiente división.

Discusión. Anteriormente sólo se habían descrito especies bajo criterios bacteriológicos a partir de cultivos, recientemente en México se han registrado poblaciones en condiciones naturales.

Diversidad. Género con 9 especies en el mundo, 1 en México y en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Principalmente en zonas templadas, sólo 1 especie en las regiones tropicales. Existen también registros de especies planctónicas en el mar.

Cyanobacterium cedrorum (Sauvageau) J. Komárek, Kopeck & Cepák, Cryptogamie: Algologie. 20(3): 220. 1999. *Synechococcus cedrorum* Sauvageau, Bull. Soc. Bot. France 39: CXV, pl. VI: fig. 1 *p.p.* 1892. *Cyanothece cedrorum* (Sauvageau) J. Komárek, Arch. Protistenk. 118: 149. 1976. TIPO: ARGELIA. Mt. Djebel-Touggour, sobre *Cedrus*.

Solitarias o **en pares**, verde azul pálido. **Células** cilíndricas a ovales, 5.3-8.8 µm largo, 3.5-4.6 µm diámetro; contenido celular homogéneo, involución celular no observada; **vaina** individual ausente. Fig. 2.

Distribución. América, Asia y Europa. En México es el primer registro.

Discusión. Primer registro en México, anteriormente se había reportado en condiciones muy diferentes. Según Komárek y Anagnostidis (1998) los registros de ambientes acuáticos podría pertenecer a *Cyanobium parvum* (Migula) J. Komárek, Kopeck & Cepák.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Coxcatlán: Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos. Sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1051). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 1); ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 276).

Hábitat. Crece como alga subaérea, corticícola o edáfica de suelos de zonas áridas y dunas de arena, aunque existen algunos registros dudosos como planctónica en aguas estancadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipélica, edáfica formando parte de natas, películas filamentosas, céspedes filamentosos y películas compactas en charcos, ríos y canales, temperatura del agua: 21-27 °C, pH 6.0-7.5.

3. *CYANOTHECE* J. Komárek

3. *CYANOTHECE* J. Komárek, Arch. Protistenk. 118: 146. 1976.

Bibliografía. Komárek, J., V. Cepák, J. Kastovk & J. Sulek. 2004. What are the cyanobacterial genera *Cyanothece* and *Cyanobacterium*? Contribution to the combined molecular and phenotype taxonomic evaluation of cyanobacterial diversity. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 113: 1-36.

Solitarias o en pares después de la división celular nunca forman colonias. **Células** ovales a cilíndricas con polos redondeados, relación largo/diámetro = 1.2-1.8/1; contenido celular reticulado (ceritomizado) debido a un arreglo irregular o radial de los tilacoides; células de involución irregulares; **vaina** individual ausente o fina y hialina. **División celular** en un plano perpendicular al

eje longitudinal, se producen dos células idénticas hemisféricas que crecen a su tamaño y forma original antes de la siguiente división.

Diversidad. Género con 9 especies, 1 registrada en México y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Principalmente en zonas tropicales, sólo 3 especies en zonas templadas.

Cyanothece aeruginosa (Nägeli) J. Komárek, Archiv für Protistenkunde 118: 150. 1976. *Synechococcus aeruginosus* Nägeli, Catt. Einzell. Alg: 56, pl. I: E, fig. 1. 1849. *Coccochloris aeruginosa* (Nägeli) F.E. Drouet & W.A. Daily, Butler Univ. Bot. Stud. 10: 222. 1952. TIPO: SUIZA. Lucerna.

Synechococcus crassus Archer, Quart. J. Micr. Sc., ser. 2, 7: 87. 1867. TIPO: IRLANDA. Bray Head.

Synechococcus fuscus Zeller, J. Asiat. Soc. Bengal. 42, part 2: 176. 1873. TIPO: BURMA. Pegu, Monte Yomah, Thit-Konk (Pazwoondoung).

Synechococcus grandis Playfair, Proc. Linn. Soc. N.S.W. 43: 499, text-fig. 1. 1918. TIPO: AUSTRALIA. Lismore (345) New South Wales.

Solitarias o en pares después de la división celular. **Células** elipsoidales a cilíndricas, 8.0-10.4 µm largo, 5.1-8.3 µm diámetro, verde azul pálido; con granulaciones pequeñas y dispersas, contenido celular ceritomizado; **vaina** inconspicua. Fig. 3.

Discusión. Se ha registrado en ambientes muy contrastantes. Para Komárek y Anagnostidis (1998) los registros de aguas salinas, termales o contaminadas y los de condiciones subaéreas tropicales son dudosos y probablemente corresponden a otras especies.

Distribución. América, Asia y Europa. En México se ha registrado en los estados de Chiapas, Puebla y Tabasco.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Coxcatlán: Zicastla, 6 km del Río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1024). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor y Laguna Menor, Aguas obscuras, sin contaminación, Laguna Mayor, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 192). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

Hábitat. Crece en aguas claras, frías y ácidas, también como alga subaérea sobre lodo, suelos húmedos y sobre musgos en paredes húmedas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipélica formando parte de tapetes, natas flotantes y películas compactas de aguas corrientes y lagos, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6.

4. *GLOEOTHECE* Nägeli

4. *GLOEOTHECE* Nägeli, Neue Denkschr. Allg. Schweiz. Ges. Gesammten Naturwiss: 10(7): 57. 1849.

Bibliografía. Sant'Anna, C.L., L.H.Z. Branco & S.M.F. Silva. 1991. A new species of *Gloeothece* (Cyanophyceae, Microcystaceae) from Sao Paulo State, Brazil. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 62: 1-5.

Colonias microscópicas o capas macroscópicas gelatinosas y granulosas, siempre con vaina generalmente lamelada concéntricamente, con forma similar a la de la célula, de mucílago firme, incoloro, amarillo pardusco, azuloso, azul oscuro, rara vez rojizo. **Células** ampliamente ovales, ovales o baciliformes, azul grisáceas, pálidas, verde azul o verde olivo, irregularmente dispuestas y ligeramente distantes entre sí; generalmente con contenido ligeramente granular o con gránulos prominentes; **vaina** individual presente. **División celular** transversal en generaciones sucesivas, perpendicular al eje principal de la célula, las células hijas se separan rápidamente, crecen hasta la talla y forma original antes de la siguiente división; multiplicación por desintegración de las colonias, la producción de nanocitos es esporádica.

Diversidad. Género con 34 especies, 4 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

Gloeothece palea (Kützing) Nägeli, Neue Denkschr. Allg. Schweiz. Ges. Gesammten Naturwiss. 10[7]: 57. 1849 (Tipo no localizado).

Gloeocapsa palea Kützing, Phycol. gen. 173. 1843. TIPO: REPÚBLICA CHECA. Carlsbad [Karlovy Vary].

Palmogloea protuberans (J.E. Smith.) Kützing, Phyc. gen. 176. 1843. *Ulva protuberans* J.E. Smith, Eng. Bot. 36, pl. 2583. 1814. TIPO: INGLATERRA. Sussex.

Colonias de 2-4 células, las de 2 células de 14.2-16.5 µm largo, 10.0-12.6 µm diámetro. **Células** baciliformes, 4.2-4.8 µm largo, 2.3-2.8 µm diámetro; contenido celular con gránulos escasos, finos; **vaina** incolora, amplia, ligeramente desplazada del eje principal materno, verde azul; no se observaron nanocitos. Fig. 4.

Discusión. Para Komárek y Anagnostidis (1998) los registros de las zonas tropicales o de ambientes acuáticos pueden corresponder a otra especie.

Distribución. América, Antártica, Asia y Europa. En México se ha registrado en los estados de Chiapas, Morelos y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Coxcatlán: Zicastla, 6 km del Río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1050). **Mpio. Zapotitlán:** San Antonio Texcala, arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 989), (FCME-PAP 991).

Hábitat. Crece como alga subaérea en paredones, suelo húmedo y en margen de los ríos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita, epipélica y edáfica formando películas filamentosas y colonias laxas en aguas corrientes, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6.

MERISMOPEDIACEAE Elenkin

Solitarias o **coloniales** esféricas, planas o irregulares, dispuestas en una sola capa de células, en ocasiones cerca de la superficie. **Células** esféricas, rara vez ovales u obovadas; **pedículos** mucilaginosos pesentes o ausentes. **División celular** en dos planos perpendiculares entre sí en generaciones sucesivas y perpendiculares al plano de la colonia, nanocitos facultativos y reproducción por fragmentación de la colonia.

Diversidad. Familia con 2 subfamilias, un total de 15 géneros y más de 231 especies en el mundo, 10 géneros y 45 especies en México, 4 géneros y 9 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS SUBFAMILIAS

1. Células solitarias o colonias planas o irregulares. MERISMOPEDIOIDEAE
1. Células en colonias generalmente esféricas, en 1-2 capas periféricas. GOMPHOSPHAERIOIDEAE

MERISMOPEDIOIDEAE J. Komárek & K. Anagnostidis

Solitarias o **coloniales**, células esféricas a ovales, rara vez bacilares, planas de una capa de células o irregulares.

CLAVE PARA GÉNEROS

1. Células solitarias o agrupadas, vaina común ausente u ocasionalmente delgada e incolora. 3. *Synechocystis*
1. Células en colonias, vaina común presente.
   2. Células dispuestas irregularmente en la colonia. 1. *Aphanocapsa*
   2. Células dispuestas en dirección perpendicular formando una colonia casi tabular. 2. *Merismopedia*

1. ***APHANOCAPSA*** Nägeli

1. *APHANOCAPSA* Nägeli, Gatt. Einzell. Alg. 52. 1849.

Colonias micro y macroscópicas, esféricas a irregulares con vaina común homogénea, hialina, amarillenta o incolora, con límites claros. **Células** esféricas o hemisféricas, dispuestas irregularmente en las colonias, alejadas entre sí, excepto después de la división; **vaina** individual poco evidente o ausente. **División celular** binaria se produce sólo en dos planos perpendiculares; reproducción por desintegración de la colonia; nanocitos facultativos en algunas especies.

Discusión. De las especies registradas en México sólo 8 cuentan con descripción e ilustración.

Diversidad. Género con 75 especies en el mundo, 16 en México, 2 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Vaina firme, células 2.8-3.2 µm de diámetro. *A. grevillei*
1. Vaina acuosa, células 4.4-6.8 µm de diámetro. *A. rivularis*

Aphanocapsa grevillei (Berkeley) Rabenhorst, Fl. Eur. Alg. II:50. 1865. *Palmella grevillei* Berkeley, Glean, Brit. Alg. 16, pl. 5, fig. 1. 1832. *Microcystis grevillei* (Berkeley) Elenkin, Mongr. Alg. Cyanophyc., Pars Gen. 334 adnot. 1936. TIPO: INGLATERRA.

Coccochloris grevellei Hassall, Hist. Brit. Freshw. Alg. 1: 318. 1845. TIPO: INGLATERRA.

Colonias esféricas o ligeramente amorfas, con un arreglo denso de las células, separadas entre sí por menos del diámetro de las células, **vaina** firme, hialina e incolora. **Células** esféricas o ligeramente ovales, 2.8-3.2 µm diámetro, sin granulaciones, verde azul pálido, en ocasiones se distingue el cromatoplasma. Fig. 5.

Discusión. Existen múltiples conceptos aplicados a esta especie, el material descrito aquí, presenta células más juntas entre sí, como plantean Komárek y Anagnostidis (1998) a diferencia de Rabenhorst (1865) quien considera que las células están más alejadas y en tal caso el nombre corresponde a *A. grevillei* (Hassall) Rabenhorst.

El INA consigna como un error la utilización de Hassall como autor para el basónimo. Sin embargo, en la literatura aparece la combinación (Hassall) Rabenhorst a partir del tipo *Coccohloris grevellei* Hassall y no de *Palmella grevillei* Berkeley.

La especie ha sido registrada para condiciones más bien ácidas y subaéreas de zonas templadas. Los registros planctónicos parecen pertenecer a formas más relacionadas con *Microcystis smithii* Komárek & Anagnostidis.

Distribución. Por la dificultad al asignar el nombre a las formas mencionadas, esta especie puede tener amplia distribución: África, América, Asia y Europa. En México se ha registrado en los estados de Jalisco, México, Michoacán, Oaxaca, Puebla y Tabasco, en diversos ambientes acuáticos.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Coxcatlán: Zicastla, 6 km del Río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1050). **Mpio. Tehuacán:** ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 948).

Hábitat. Crece como bentónica en aguas de turberas, en suelos ácidos y en rocas graníticas húmedas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica, edáfica y aerofítica formado costras y películas filamentosas en canales y ríos, temperatura del agua: 27 °C, pH 6.0.

Aphanocapsa rivularis (Carmichael) Rabenhorst, Fl. Eur. Alg. II: 49. 1865. *Palmella rivularis* Carmichael, Brit. Fl. 2(1): 397. 1833. TIPO: INGLATERRA.

Aphanocapsa anodontae Hansgirg, Arch. Naturwiss.-Landesdurchforsch. Böhmen 8(4): 1-268. 1892. *Microcystis anodontae* (Hansgirg) Elenkin, Monogr. Alg. Cyanophyc., Pars Gen. 372 adnot. 1936. *Microcystis anodontae* (Hansgrig) Elenkin var. *rivulorum* (Geitler) Kann, Arch. Hydrobiol. Suppl. 53 (Monogr. Beitr.): 405-643. 1978. TIPO: REPÚBLICA CHECA. Bohemia.

Aphanocapsa endolithica Ercegović, Acta Bot. Univ. Zagreb 1: 81, pl. I: fig. 11. 1925. *Aphanocapsa endolithica* Ercegović var. *rivulorum* Geitler, Arch. Protistenk. 60: 441, fig. 2. 1928. TIPO: CROACIA. Plitvice, Bliznec.

Microcystis calciphila Schwabe, Acta Bot. Taiwan. 1: 16, fig. 1. 1947. TIPO: CHINA. Qingdao.

Colonias pequeñas, amorfas, vaina acuosa, incolora. **Células** solitarias o en pares, diámetro 4.4-6.8 µm, la mayoría densamente dispuestas poligonalmente por mutua compresión; contenido finamente granuloso, verde azul pálido. Fig. 6.

Discusión. Las células, en esta región, son ligeramente más grandes que la forma típica que tiene 0.8-4(6) µm de diámetro, pero la disposición de las células y las condiciones donde habita nos permite afirmar que se trata de esta especie, a pesar de que Komárek y Anagnostidis sugieren que los registros de las zonas tropicales pueden corresponder a otra especie.

Distribución. Según Komárek y Anagnostidis (1999) está ampliamente distribuida en la zona templada. En África, América, Asia y Oceanía. En México se ha registrado en los estados de México, Jalisco, Puebla y Tabasco.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: Libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, ex Hacienda Garci-Crespo, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 276); San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 942), (FCME-PAP 943).

Hábitat. Crece como epilítica o endolítica o sobre piedras calcáreas en corrientes de agua. En el Valle de Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica y epífita formando parte de perifiton y céspedes filamentosos en canales y charcos, temperatura del agua: 25 °C, pH 7.5.

2. *MERISMOPEDIA* Meyen

2. *MERISMOPEDIA* Meyen, Neues System d. Plf. Physiol. 3: 440. 1839.

Bibliografía. Palinska, K.A. & W.E. Krumbein. 1994. Ecotype-Phenotype-Genotype. An approach to the *Synechococcus-Synechocystis-Merismopedia-Eucapsis* complex. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 75: 213-227. Palinska, K.A., W. Liesack, E. Rhiel & W.E. Krumbein. 1996. Phenotype variability of identical genotypes: the need for a combined approach in cyanobacterial taxonomy demonstrated on *Merismopedia*-like isolates. *Arch. Microbiol.* 166: 224-233.

Colonias microscópicas, libres, flotantes, generalmente en una capa tabular de células, plana u ondulada, todas las células situadas en un plano en filas e hileras perpendiculares entre sí o en grupos de 2 ó 4 células, formando duplas o tétradas; en estadio juvenil son rectangulares o cuadradas e irregulares en estadios posteriores, pero formados por grupos de 4 a 16 células (en algunas especies las colonias llegan a contener cerca de 4,000 células); **vaina** común mucilaginosa generalmente homogénea, incolora, fina y difluente en el margen, rara vez limitada, ocasionalmente con granulaciones férricas. **Células** esféricas a ampliamente ovales antes de la división, después hemisféricas; el contenido celular homogéneo o finamente granular, ocasionalmente con aerotopos; **vaina** individual presente, incolora. **División celular** en dos planos regulares en sucesivas generaciones y perpendiculares entre sí es el que da origen a la forma de la colonia; multiplicación por medio de la desintegración de la colonia.

Discusión. La gran plasticidad morfológica de las especies hace difícil su identificación, en especial si sólo se cuenta con colonias jóvenes o con contenidos celulares coloreados. Las especies de *Merismopedia* son principalmente planctónicas o metafíticas, pocas crecen en condiciones subaerofíticas.

Diversidad. Género con 36 especies en el mundo, 8 en México, 4 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Colonias planas.
  2. Células oblongas. — *M. elegans*
  2. Células esféricas.
    3. Células de 5.0-7.0 µm de diámetro. — *M. glauca*
    3. Células menores de 4.0 µm de diámetro. — *M. punctata*
1. Colonias onduladas, con dobleces. — *M. convoluta*

Merismopedia convoluta Brébisson ex Kützing, Sp. alg. 472.1849. *Pseudoholopedia convoluta* (Brébisson) Elenkin, Monogr. Alg. Cyanophyc., Pars Gen. 334 adnot., 595 adnot. 1936. TIPO: FRANCIA. “ad Falaise: *De Brébisson 415*”.

Merismopedia willei Gardner, Mem. N.Y. Bot. Garden 7: 3, pl. 1, fig. 6. 1927. TIPO: PUERTO RICO. Mayagüez, *Wille 1310a* (NY).

Colonias grandes, hasta 320.0 µm largo, hasta 160.0 µm diámetro, onduladas, con dobleces marginales e interiores, en grupos de más de 16 células ordenadas verticalmente, aunque gran parte de la colonia parece no alineada, distancia entre células 4.3 µm; **vaina** densa en el margen, hialina hacia el centro de la colonia. **Células** cuando en pares hemisféricas, 7.2-7.7 µm largo, cuando solitarias, elipsoidales, 6.2-7.0 µm largo, 4.5-7.0 µm diámetro, amarillentas a verde azul pálido; contenido finamente granuloso y sin aerotopos, regularmente cercanas entre sí y en grupos pequeños. Fig. 7.

Discusión. Las células de las muestras de Tehuacán-Cuicatlán son de mayor tamaño que las registradas por Komárek y Anagnostidis (1998) con

4-5.2 µm diámetro, el resto de los caracteres son similares a la descripción original.

Distribución. Probablemente cosmopolita. En México sólo se conocía del estado de México, nuevo registro para Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 276), (FCME-PAP 277); Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 934).

Hábitat. Crece como planctónica y metafítica de aguas estancadas y corrientes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica y epilítica, formando céspedes filamentosos o natas flotantes en ríos y canales, temperatura del agua: 21-26 °C, pH 6.5-7.

Merismopedia elegans A. Braun ex Kützing, Sp. alg. 472. 1849. TIPO: ALEMANIA. In fossis turfosis Germanieae australiaris: *A. Braun*.

Colonias planas y rectangulares de más de 200 µm con más de 512 células en grupos de 8-64 células; **vaina** firme, hialina y extendida en el margen. **Células** oblongas, 6.5-6.8 µm largo, 4.1-5.1 µm diámetro, azul pálido amarillento, muy cercanas cuando grupos de 8 células, después de la división son hemisféricas; contenido homogéneo, sin aerotopos. Fig. 8.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de Michoacán, Morelos, Puebla, Quintana Roo, Tamaulipas y Yucatán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Coxcatlán: Zicastla, 6 km del Río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1024). **Mpio. Santiago Mihuatlán:** El Carmen, carretera Tehuacán-Orizaba, canal de riego de agua permanente, artificial, corriente de cerca de 60 cm de ancho, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 267).

Hábitat. Crece como metafítica y epipélica en bentos de corrientes, pantanos, estanques, ríos, ocasionalmente planctónica. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica y epilítica formando natas flotantes y céspedes filamentosos en ríos y canales, temperatura del agua: 21-27 °C, pH 6.0-7.0.

Merismopedia glauca (Ehrenberg) Kützing, Phycol. Germ. 142.1845. *Gonium glaucum* Ehrenberg, Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen: 58, pl. III: fig. V. 1838. *Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Nägeli, Gatt. Einzell. Alg. 55. 1849. TIPO: ALEMANIA. Distrito Rostock: Wismar.

Merismopedia aeruginea Brébisson ex Kützing, Sp. alg. 472.1849. TIPO: FRANCIA. "ad Falaise: *De Brébisson 448*".

Merismopedia nova Wood, Proc. Amer. Philos. Soc. 11: 123. 1872. TIPO: ESTADOS UNIDOS. "In flumine Schuykill, prope Philadelphia".

Colonias de 2-8 células, planas y pequeñas, vaina acuosa, incolora. **Células** esféricas y hemisféricas, 5.0-7.0 µm diámetro, cuando en pares 4.0-4.8

µm diámetro, verde azul pálido, regularmente arregladas, generalmente se encuentran en pares cercanos entre sí; contenido celular homogéneo, sin aerotopos. Fig. 9.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de Jalisco, México, Puebla, Oaxaca, San Luis Potosí y Tabasco.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo y canal sin agua, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 227). **PUEBLA: Mpio. Nicolás Bravo:** Nicolás Bravo, arroyo muy pequeño de agua muy turbia, junto al camino en el km 13. Corriente natural de 2 m de ancho, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 197). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 1), (FCME-PAP 2), (FCME-PAP 4). **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, río con corriente que proviene de San Agustín, 2.5 m de ancho, corriente rápida, sustrato rocoso y aguas claras, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 930).

Hábitat. Crece como metafítica y bentónica en pantanos y aguas estancadas, en lagos y estanques no contaminados. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica, epífita, epipélica formando parte del plancton, perifiton, céspedes filamentosos y crecimientos hemisféricos de arroyos, ríos, ambientes mixtos y charcos, temperatura del agua: 19-27 °C, pH 6.0-7.5.

Merismopedia punctata Meyen, Neues Syst. d. Pfl.-Physiol. 3: 440. 1839. TIPO: ALEMANIA. “entdeckt in 1828, bei Pottsdam”.

Merismopedia kuetzingii Nägeli, Gatt. Einzell. Alg. 55, pl. I, D, fig. 1c. 1849. TIPO: SUIZA. Zurich.

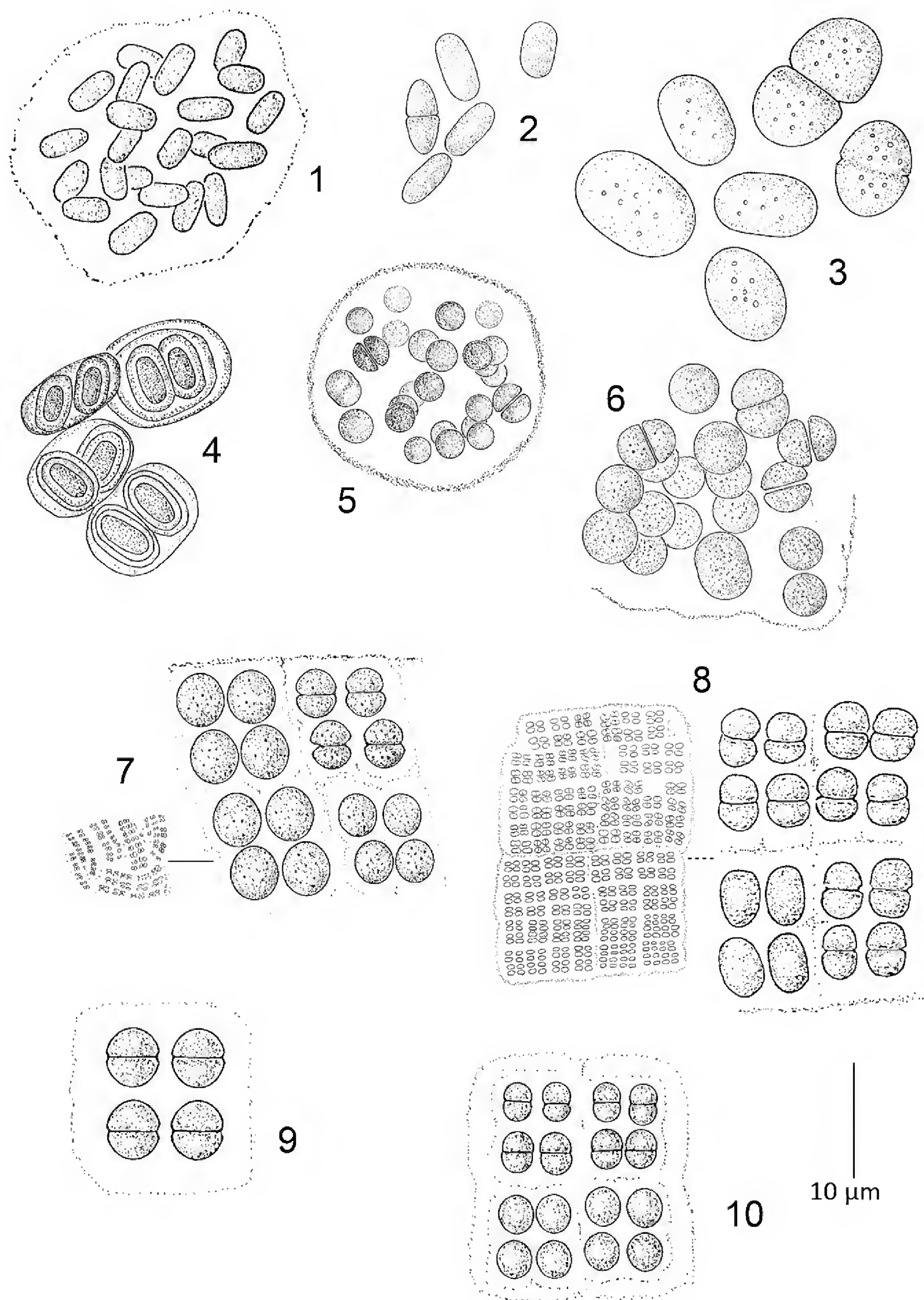
Merismopedia convoluta (Brébisson ex Kützing) f. *minor* Wille, Hedin, Southern Tibet 6(3): 166, pl. XI: figs. 10,11. 1922. TIPO: TAYIKISTÁN. Pamir: Jeschil-kul.

Merismopedia haumanii Kufferath, Bull. Soc. Roy. Bot. Belgique 74: 95, fig. 5. 1942. TIPO: BÉLGICA. Hérenthals.

Colonias con más de 16 células, planas, de tamaño regular, verde olivo; **vaina** hialina, amplia en el margen. **Células** esféricas, 3.5-3.6 µm diámetro, verde azul pálido, cercanas entre sí, arreglo celular en grupos de 4 células, sin aerotopos. Fig. 10.

Distribución. Cosmopolita, aunque más abundante en el trópico. En México se ha registrado en los estados de Guanajuato, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 933); San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 941), (FCME-PAP 943).



Figs. 1-10. Cyanoprokaryota. Chroococcales. 1. *Aphanothece elabens*. 2. *Cyanobacterium cedrorum*. 3. *Cyanothece aeruginosa*. 4. *Gloeothece palea*. 5. *Aphanocapsa grevillei*. 6. *A. rivularis*. 7. *Merismopedia convoluta* (colonia y células). 8. *M. elegans* (colonia y células). 9. *M. glauca*. 10. *M. punctata*.

Hábitat. Crece como planctónica y metafítica en aguas mesotróficas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica, epífita, epipélica y edáfica formando perifiton, céspedes filamentosos, películas filamentosas y tapetes en charcos y estanques artificiales, temperatura del agua: 25-26 °C, pH 6.5-7.5.

3. *SYNECHOCYSTIS* Sauvageau

3. *SYNECHOCYSTIS* Sauvageau, Bull. Soc. Bot. France 39: cxv.1892.

Bibliografía. Korelusová, J., J. Kástovsk & J. Komárek. 2009. Heterogeneity of the cyanobacterial genus *Synechocystis* and description of a new genus, *Geminocystis*. *J. Phycol.* 45: 928-937. Palinska, K.A. & W.E. Krumbein. 1994. Ecotype-Phenotype-Genotype. An approach to the *Synechococcus-Synechocystis-Merismopedia-Eucapsis* complex. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 75: 213-227.

Solitarias o aglomeradas, vaina común ausente u ocasionalmente delgada e incolora. **Células** esféricas o ligeramente ovales, antes de la división, verde azul pálido, verde olivo, verde brillante o rosado; contenido celular homogéneo, sin gránulos prominentes; **vaina** ocasionalmente, muy fina, difluente e incolora. **División celular** en dos planos perpendiculares entre sí en generaciones sucesivas; las células hijas se separan pronto después de la división y crecen a su talla original antes de la siguiente división; multiplicación sólo por fisión binaria.

Discusión. Generalmente se presentan como plancton en ambientes acuáticos, pocas especies son epífitas o fijas al mucílago de otras algas, otras más son endozoicas o epizoicas.

Diversidad. Género con 30 especies en el mundo, 4 en México, 3 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Vaina ausente, células menores de 2.0 µm diámetro. *S. minuscula*
1. Vaina presente, células mayores de 2.0 µm diámetro
  2. Vaina incospicua muy delgada, células de 3.5-3.7 µm diámetro. *S. salina*
  2. Vaina conspicua, células de 4. 8-5.4 µm diámetro. *S. aquatilis*

Synechocystis aquatilis Sauvageau, Bull. Soc. Bot. France 39: cxi, pl. VI, fig. 2. 1892. TIPO: ARGELIA. Arroyo, Hamman-Salahin.

Solitarias o grupos de 2-4. **Células** esféricas a elipsoidales cuando maduras, hemisféricas cuando juveniles, 4.8-5.4 µm diámetro, con vaina 6.2-6.9 µm diámetro, las células hijas juntas por un período breve; contenido celular homogéneo, hialino, sin granulaciones, verde azul pálido; **vaina** conspicua, incolora. Fig. 11.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de Hidalgo, México, Oaxaca, Puebla, Tabasco y Tamaulipas.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca, la velocidad de la corriente es variable, como el cauce (2.0-3.0 m de ancho), charcos aislados y remansos. Sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1010), (FCME-PAP 1049). **PUEBLA: Mpio. Coxcatlán:** Zicastla, 6 km del Río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1024). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 301). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas. Laguna Mayor y Laguna Menor, aguas oscuras, sin contaminación, Laguna Mayor, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 192).

Hábitat. Crece como planctónica y metafítica en cuerpos de agua pequeños y estanques. Presente en aguas ligeramente contaminadas o con un alto contenido de nutrientes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipsámica, planctónica, edáfica, epilítica y epipélica formando espumas, natas, películas filamentosas, películas compactas, crecimientos hemisféricos y tapetes en canales y ambientes mixtos, temperatura del agua 21-27 °C, pH 6.0-7.6, salinidad 5 UPS.

Synechocystis minuscula Voronichin, Biol. Seen Pjatigorsk, Arch. Hydrobiol. 17: 642. 1926. TIPO: RUSIA. “Hab. in fonte salino prope lacum, Tambukan Minor dictu guv. Tersk. 8, viii. 1925 ipse legi (Caucasus)”.

Solitarias. Células esféricas, 1.6-1.8 µm diámetro, gris azulosas; pared celular delgada, contenido celular finamente granuloso; **vaina** ausente. Fig. 12.

Discusión. Según Komárek y Anagnostidis (1998) los registros de zonas tropicales deben ser revisados.

Distribución. América, Asia y Europa, de presencia escasa. Primer registro para México.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: San Gabriel Chilac, río El Gavilán, corre paralelo a la carretera Zapotitlán-Tehuacán, aguas lentas, limpias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 953).

Hábitat. Crece en aguas termales y alcalinas muy mineralizadas, ocasionalmente en pantanos salinos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica formando parte de metafiton flotante en ríos, temperatura del agua: 32 °C, salinidad 4 UPS, pH 8.0-8.8.

Synechocystis salina Wislouch, Acta Soc. Bot. Polon. 2: 111, 127. 1924. TIPO: CRIMEA. Salina 12 UPS.

Solitarias o en pares. **Células** esféricas, hemisféricas después de la división celuar, 2.4-2.9 µm largo, 3.5-3.7 µm diámetro, verde azul pálido, pared celular evidente; contenido celular homogéneo sin granulaciones; **vaina** delgada, inconspicua. Fig. 13.

Distribución. Principalmente en Europa, Asia e Isla Guadalupe, tal vez cosmopolita. Primer registro para México.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Nicolás Bravo: Nicolás Bravo, arroyo muy pequeño de agua muy turbia, junto al camino en el km 13, corriente natural de 2.0 m de ancho, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 198). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 1), (FCME-PAP 2), (FCME-PAP 3), (FCME-PAP 4), (FCME-PAP 301). **Mpio. Zapotitlán:** Zapotitlán Salinas, salinas de 3 x 3 m y 30.0 cm de profundidad, un pozo de donde se obtiene el agua para las salinas, es de color verde aceituna claro, cubierto por cristales pardos, pared de roca caliza, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 951).

Hábitat. Crece como planctónica y metafítica en aguas alcalinas y salobres. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipsámica, planctónica, epífita, epilítica, epipélica formando natas, perifiton, crecimientos hemisféricos y céspedes filamentosos en charcos, arroyos, canales, ambientes mixtos y represas, temperatura del agua: 20-25 °C, pH 7.0-8.5, la salinidad en los cuerpos de agua fue 16.6 UPS y en las salinas de 40 UPS.

GOMPHOSPHAERIOIDEAE (Elenkin) J. Komárek & F. Hindák

Colonias esféricas, ovales o irregularmente esféricas. **Células** esféricas, ovales, obovadas o cordiformes, dispuestas en 1-2 capas periféricas o ligeramente alejadas una de otra, dispuestas radialmente, unidas a un **pedículo** mucilaginoso, simple o pseudodicotómico, los pedículos igualmente radiales en el centro de la colonia, se convierten en un mucílago difluente en el curso del ciclo de vida. **División celular** en dos planos en generaciones sucesivas, perpendiculares entre sí y a la superficie de la colonia; multiplicación por la desintegración de las colonias y por la liberación de células solitarias.

Discusión. Generalmente son planctónicas o metafíticas.

Diversidad. Subfamilia con 7 géneros y 62 especies en el mundo, 5 géneros y 12 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

4. *GOMPHOSPHAERIA* Kützing

4. *GOMPHOSPHAERIA* Kützing, Alg. aq. dulc. germ. 16: 3. 1836.

Colonias ligeramente esféricas o irregulares, generalmente con colonias hijas, vaina común, firme o difluente, hialina. **Células** alargadas, obovadas, en forma de mazo o ligeramente arriñonadas; unidas por pedículos mucilaginosos radialmente ramificados, pseudodicotómicos, siempre distantes entre sí pero orientadas radialmente en la periferia de la colonia, las hijas se mantienen juntas por algún tiempo, dando la apariencia de ser acorazonadas, verde azul pálido o brillante, amarillentas, rosadas, sin aerotopos, con algunos gránulos solitarios; **vaina** indivividual, el centro de la colonia difluente e inconspicua.

División celular en dos direcciones en generaciones sucesivas, perpendicular una con respecto a otra y a la superficie de la colonia; multiplicación por desintegración de la colonia.

Discusión. En este género fueron descritas muchas especies que han sido reubicadas *Woronichinia* Elenkin o *Coelomoron* Buell. Por ello, la disposición de las células en la colonia y su forma son caracteres que permiten distinguirlo de los otros miembros de la subfamilia.

Diversidad. Género con 10 especies en el mundo, 3 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita con algunas especies tropicales.

Gomphosphaeria multiplex (Nygaard) J. Komárek, Folia Geobot. & Phytotax. 24: 93. 1989. *Gomphosphaeria aponina* Kützing var. *multiplex* Nygaard, Vidensk. Medd. dansk. Naturh. Foren. Kjøbenhavn. 82: 204. 1926. TIPO: INDONESIA. Lago Ohoitiel, Islas Noehoe, Islas Kei.

Colonias compuestas por 2-4 colonias hijas, ligeramente esféricas, 64.0-87.0 µm diámetro, verde olivo, vaina mucilaginosa incolora, hialina. **Células** obovoides hasta claviformes, desde el inicio hasta el final son cordiformes, 12.0-18.0 µm largo, 8.0-9.5 µm diámetro, distantes entre sí, a una distancia similar al diámetro de las células, contenido granular, verde azul, brillante; tractos mucilaginosos poco evidentes. Fig. 14.

Distribución. América, Asia y las Antillas, principalmente en zonas tropicales. Primer registro para México.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 933), (FCME-PAP 934), (FCME-PAP 935), (FCME-PAP 936), (FCME-PAP 937), (FCME-PAP 939).

Hábitat. Crece como metafítica de pantanos costeros. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica y metafítica de céspedes filamentosos y natas flotantes en estanques artificiales, temperatura del agua: 26 °C, pH 6.5.

MICROCYSTACEAE Elenkin

Colonias irregulares o en hileras formando colonias mucilaginosas, con un mucílago homogéneo o estratificado alrededor de las células. **Células** ligeramente esféricas o hemisféricas después de la división celular, dispuestas regular o irregularmente en la colonia; **vaina** individual ocasionalmente presente. **División celular** en tres planos perpendiculares en generaciones sucesivas, nanocitos facultativos.

Diversidad. Familia con 4 géneros, más de 140 especies en el mundo, 4 géneros y 23 especies en México, 2 géneros y 2 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie, con preferencia por el trópico.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Células y grupos de células con vaina individual, estratificada; colonias pequeñas agregadas en agrupaciones grandes. 1. *Gloeocapsa*
1. Células sin vaina individual, distribuidas irregularmente en un mucílago incoloro. 2. *Microcystis*

1. *GLOEOCAPSA* Kützing

1. *GLOEOCAPSA* Kützing, Phyc. gen. 173. 1843.

Bibliografía. Gólubic, S. 1965. Zur Revision der Gattung *Gloeocapsa* Kützing (Cyanophyta). *Schweiz. Z. Hydrol.* 27: 218-231.

Colonias micro y macroscópicas, en agrupaciones mucilaginosas irregulares, formadas por grupos de células con vainas amplias y lameladas concéntricamente, rojizas, azulosas, naranjas, amarillentas. **Células** esféricas cuando maduras, hemisféricas cuando recién divididas; contenido granular fino, verde azul o verde olivo, dispuestas irregularmente en la colonia, distantes unas de otras excepto durante la división celular; **vaina** individual formada inmediatamente después de la división, es amplia, no necesariamente simétrica al contorno de la célula. **División celular** en tres planos perpendiculares en generaciones sucesivas; las células hijas se separan y crecen rápidamente antes de la siguiente división; multiplicación por fragmentación de la colonia, ocasionalmente formación de nanocitos.

Discusión. Según Komárek y Anagnostidis (1998) hay especies que forman estadios dependiendo de las condiciones ambientales en las que se desarrollan, así se han descrito los estadios *familiaris, simplex, lamellosus, coloratus, perdurans*, etc. Por ello es necesario tener en cuenta la variabilidad estacional y en poblaciones abundantes para una identificación adecuada. Las especies se encuentran principalmente en condiciones subaéreas, a veces cubren grandes superficies sobre piedras húmedas.

Diversidad. Género con 90 especies en el mundo, 21 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, incluyendo la Antártica.

Gloeocapsa atrata Kützing, Phyc. gen. 174. 1843 (Tipo no localizado).

Gloeocapsa montana Kützing, Phyc. gen. 173. 1843. TIPO: ALEMANIA. Turingia.

Colonias relativamente grandes formadas por subcolonias de 2-8 células, con vaina amplia, incolora a amarillenta, claramente estratificada. **Células** esféricas, 3.0-4.5 µm diámetro, hemisféricas después de la división, contenido granular fino, verde azul pálido. Fig. 15.

Discusión. *Gloeocapsa atrata* tiene muchos nombres asociados. Kützing en 1833 (según Silva, 2011) separó *Globulina atra* Turpin en: *Protococcus ater* (Turpin) Kützing y *Microcystis ater* Kützing, pero en 1843 cambió el epíteto a

atrata como un nombre nuevo y con la anotación de "*Microcystis atra Kg. in Linii. VIH.* p. 375".

Un homónimo posterior en 1918 *Gloeocapsa montana* (Lightfoot) Wille (basado en *Ulva montana* Lighfoot 1777) se convirtió en 1952, en el basónimo de *Anacystis montana* (Lighfoot) Drouet & Daily, nombre muy usado por varios autores para *G. atrata*.

Komárek y Anagnostidis (1998) incluyen otro sinónimo *Gloeocapsa polydermatica* Kützing (1846) *sensu auct. post. p.p.*, especie con historia también complicada. El hecho de haber numerosos nombres para el mismo taxon impide conocer la distribución real. Según Komárek y Anagnostidis (1998) habita en zonas templadas por lo que los nombres de las zonas tropicales deben ser revisados.

Distribución. Principalmente Europa. En México sólo se conoce del Valle de Tehuacán-Cuicatlán y de Palenque, Chiapas.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 946). **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 912), (FCME-PAP 914), (FCME-PAP 915), (FCME-PAP 916), (FCME-PAP 917).

Hábitat. Crece como subaerofítica en rocas y muros húmedos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica y epífita formando costras y películas filamentosas en estanques artificiales y canales, temperatura del agua: 18-26 °C, pH 6.5-7.0.

2. *MICROCYSTIS* Kützing

2. *MICROCYSTIS* Kützing ex Lemmermann, Kryp.-Fl. Mark. Brandenburg 3: 45, 72. 1907.

Colonias micro o macroscópicas, esféricas, ovales o irregulares alargadas, en varias especies, clatradas en varias especies o compuestas de subcolonias; células densa o laxamente dispuestas en un mucílago común, incoloro, difluente. **Células** esféricas o hemisféricas después de la división celular, con aerotopos; **vaina** individual ausente. **División celular** en tres planos perpendiculares entre sí, crecen a su tamaño original antes de la siguiente división; multiplicación por desintegración de las colonias en pequeños grupos de células o por liberación de células individuales.

Discusión. Algunas tienen importancia por la producción de toxinas y la formación de florecimientos algales.

Diversidad. Género con más de 30 especies en el mundo, 17 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

Microcystis smithii J. Komárek & K. Anagnostidis, *Preslia Praha* 67: 21. 1995.
Palmella pulchra Kützing, Spec. Alg. 24. 1849. *Aphanocapsa pulchra*

(Kützing) Rabenhorst, Fl. Euro. Alg. 2: 49. 1865. *Microcystis grevillei* (Berkley) Elenkin f. *pulchra* (Kützing) Elenkin, Mongr. Alg. Cyanoph. Pars Spec. 1: 129. 1938. TIPO: ESTADOS UNIDOS: Wisconsin, Lago Beaverdam. Iconografía. Fig. 2: 9, in G.M.Smith (1920) sub *Aphanocapsa pulchra*.

Colonias aisladas, globosas no clatradas; **vaina** común hialina, difluente, incolora, sin lamelación o estratificación. **Células** esféricas, 3.6-4.8 µm diámetro, verde azul pálido, relativamente distantes entre sí, más de la longitud del diámetro; contenido celular hialino, con granulaciones muy pequeñas y dispersas. Fig. 16.

Discusión. Komárek y Anagnostidis (1998) mencionan que los registros del trópico corresponden a otras especies. En México se ha registrado erróneamente bajo el nombre de *Aphanocapsa pulchra*.

Distribución. Principalmente en zonas templadas del mundo. En México se conocía de Veracruz y Yucatán, nuevo registro para Puebla.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Coxcatlán. Zicastla, 6 km del Río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1024).

Hábitat. Crece como planctónica en lagos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica pero en los remansos de ríos, temperatura del agua: 27 °C, pH 6.0.

CHROOCOCCACEAE Nägeli

Colonias microscópicas, irregulares, esféricas o formando hileras cortas o paquetes (familias) generalmente bien definidos; vaina firme o difluente, estratificado en capas bien definidas. **Células** esféricas, ovales o irregulares; dispuestas muy cercanas entre sí, solitarias o reunidas en grupos mucilaginosos; **vaina** individual firme o difluente, lamelada y bien definida. **División celular** en 3 ó más planos diferentes, sucesivamente, las células no crecen hasta su forma y tamaño original antes de la siguiente división, de la que resulta una forma de colonia radial cúbica o esférica, nanocitos ausentes

Diversidad. Familia con 8 géneros y más de 150 especies en el mundo, 3 géneros y 29 especies en México, 2 géneros y 6 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Células generalmente hemisféricas, en colonias con pocos individuos. 1. *Chroococcus*
1. Células generalmente esféricas, irregulares o poliédricas, en colonias con abundantes individuos. 2. *Gloeocapsopsis*

1. *CHROOCOCCUS* Nägeli

1. *CHROOCOCCUS* Nägeli, Gatt. Einzell. Alg. 45. 1849.

Bibliografía. Komárek, J. 1995. Studies on the Cyanophytes (Cyanoprokaryotes) of Cuba.10. New and little-known Chroococcalean species. *Folia Geobot. Phytotax.* 30: 81-90. Komárek, J. & E. Novelo, 1994. Little known tropical *Chroococcus* species (Cyanoprokaryotes). *Preslia Praha* 66: 1-21.

Colonias microscópicas, con pocas células, ligeramente esféricas, rara vez forman grandes crecimientos mucilaginosos, mucílago fino, difluente, homogéneo e incoloro o lamelado, limitado y rara vez coloreado; alrededor de algunas células existe una vaina especial, copiando la forma de las células, homogénea, lamelada o ricamente lamelada, en vainas viejas es difluente y las células se mantienen distantes entre sí. **Células** generalmente hemisféricas o irregulares; contenido homogéneo o granular, los gránulos prominentes, verde azul pálido o brillante, amarillento, rosado o violeta; rara vez con aerotopos (en especies planctónicas); a veces el cromatoplasma visible (los tilacoides están concentrados periféricamente en la célula). **División celular** en tres direcciones perpendiculares una de la otra en las primeras generaciones sucesivas, después irregular (en otras direcciones); las células hijas crecen casi hasta el tamaño original antes de la siguiente división, pero no siempre con la forma original y rápidamente generan la vaina mucilaginosa; la multiplicación es por disgregación de las colonias o a veces por células solitarias.

Discusión. Komárek y Anagnostidis (1998) proponen subdividir el género en dos subgéneros, *Limnococcus* Komárek & Anagnostidis y *Chroococcus* Nägeli, el primero con afinidad morfológica con *Aphanocapsa* (Merismopediaceae) pero con células que se dividen en tres planos en generaciones sucesivas. Muchas especies se han registrado en condiciones ambientales variadas (marinas y en lagos oligotróficos) esto hace suponer que varias se han descrito inadecuadamente.

En especies planctónicas los aerotopos están presentes.

Diversidad. Género con más de 83 especies en el mundo, 20 en México, 5 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Talo con numerosas células poliédricas agrupadas. *C. polyedriformis*
1. Talo con células solitarias o en pares, de otra forma.
  2. Talo con células triangular-redondeadas o hemisféricas. *C. deltoides*
  2. Talo con células esféricas y hemisféricas.
    3. Colonias diplómeras (en forma de ocho). *C. mipitanensis*
    3. Colonias de otra forma.
      4. Células con 2.0-4.3 µm de diámetro. *C. minor*
      4. Células con más de 4.0 µm de diámetro. *C. minutus*

Chroococcus deltoides J. Komárek & E. Novelo, 1994. *Preslia Praha* 66: 12-15, fig. 8. TIPO: MÉXICO. Puebla: Tehuacán, San Lorenzo. Iconografía.

Solitarias o rara vez grupos de 6 células unidas por una vaina fina, homogénea, no estratificada e incolora. **Células** triangular-redondeadas o hemis-

féricas, 9.3-12.0(-15.0) µm largo, inmediatamente después de la división, y 15.0-19.8(-23.5) µm diámetro, en las formas irregulares son mayores en diámetro que en largo, generalmente con granulación pequeña, amarillo pardusca, verde azul pálido, verde olivo o amarillo-naranjada; mantienen por un largo tiempo la forma de las células hijas después de la división; **vaina** inconspicua. Fig. 17.

Discusión. El mucílago es casi invisible al microscopio de luz, sin tinción o con el uso de contraste de fases o Nomarski.

Distribución. América y las Antillas. En México sólo se conocía de Quintana Roo, nuevo registro para Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Ajalpan: Ajalpan, canal de riego, con corriente temporal, sustrato lodoso con cantos rodados, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 250). **Mpio. Tehuacán:** ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 276), (FCME-PAP 277), (FCME-PAP 278), (FCME-PAP 950); San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 1), (FCME-PAP 2), (FCME-PAP 4); *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 301), (FCME-PAP 941), (FCME-PAP 942), (FCME-PAP 943); Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo. *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 933), (FCME-PAP 936). **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego. *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 917), (FCME-PAP 918), (FCME-PAP 919).

Hábitat. Crece como metafítica o perifítica entre plantas o en piedras sumergidas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita, epipélica, epilítica, planctónica y edáfica formando natas, películas filamentosas, céspedes filamentosos, crecimientos hemisféricos, costras y perifiton en charcos, canales y estanques artificiales, temperatura del agua: 20-26 °C, pH 6.5-7.5.

Chroococcus minor (Kützing) Nägeli, Neue Denkschr. Allg. Schweiz. Ges. Gesammten Naturwiss. 10(7): 46. 1849. *Protococcus minor* Kützing, Phycol. Germ. 144. 1845. TIPO: ALEMANIA. Nordhausen: "An Brettern und Holz in und ausser dem Wasser".

Colonias pequeñas, de pocas células. **Células** esféricas a oblongas, 2.0-4.3 µm diámetro, siempre aisladas y sólo en grupos de 2 células hemisféricas; contenido celular hialino, sin granulaciones, verde azul; **vaina** delgada, inconspicua. Fig. 18.

Distribución. Cosmopolita, en México se ha registrado de los estados de Chiapas, Morelos, Jalisco, Oaxaca y Puebla.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 301).

Hábitat. Crece sobre rocas y maderas húmedas, cerca de la superficie de corrientes y pantanos. Metafítica en cuerpos de agua estancados. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica formando crecimientos hemisféricos en canales de riego.

Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli, Neue Denkschr. Allg. Schweiz. Ges. Gesammten Naturwiss. 10(7): 46. 1849. *Protococcus minutus* Kützing, Phycol. gen. 168. 1843. TIPO: ALEMANIA. Nordhausen: "In einem Wasserglase".

Solitarias o en pares, rara vez grupos de 4. **Células** esféricas y hemisféricas, 3.2-6.0 µm largo, 4.0-8.9 µm diámetro, las células hijas no crecen totalmente al tamaño original antes de dividirse; contenido celular ocasionalmente con pequeñas granulaciones muy poco evidentes, verde azul pálido; **vaina** incolora, estratificada o ligeramente lamelada, grosor 1.0-2.0 µm. Fig. 19.

Distribución. Cosmopolita, algunos registros con muchos morfo y ecotipos, que ponen en duda su distribución en todo el mundo. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de Chiapas, México, Jalisco, Morelos, Oaxaca, Puebla y Tabasco.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 942), (FCME-PAP 943). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 989), (FCME-PAP 991).

Hábitat. Crece como planctónica o metafítica en aguas oligo- a eutróficas, principalmente estancadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita, epipélica y edáfica formando parte de céspedes filamentosos, perifiton, películas filamentosas y colonias laxas en charcos, ríos y ambientes mixtos, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6.

Chroococcus mipitanensis (Woloszynska) Geitler, Süssw.-Fl. Deutschl. 12: 79. 1925. *Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli var. *mipitanensis* Woloszinska, Bull. Int. Acad. Sci. Cracovie, Cl. Sci. Math. et Nat., Ser. B, 1912: 692, pl. 36: fig. 4. 1912. TIPO: INDONESIA. Java, Mipitan.

Colonias diplómeras, en forma de ocho, máximo 8(-16) células dentro de una vaina y se desintegran después de la siguiente división, hay colonias de 4 células de 23.0-36.0 µm diámetro, las típicas están compuestas de 2 partes ovales conectadas y se originan de este proceso; con una vaina, incolora, ligeramente difluente o limitada y sin estructura, aunque también se encuentran poblaciones con vainas muy difluentes. **Células** esféricas u ovales, hemisféricas después de la división y posteriormente en forma de una sección de esfera, (2.5-)6.5-13.5(-18.0) µm diámetro; contenido celular finamente granular o con algunos gránulos solitarios, variables en tamaño, verde azul pálido o brillantes, en ocasiones verde olivo o pardos; **vaina** individual angosta, oca-

sionalmente presente. **División celular** en tres planos perpendiculares en las generaciones subsecuentes, las células crecen después de la división pero no alcanzan la forma oval original antes de la siguiente división se separan rápidamente una de otra dentro de la colonia. Fig. 20.

Distribución. Pantropical, en México registrada sólo en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 1), (FCME-PAP 2), (FCME-PAP 4); *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 942), (FCME-PAP 943). **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 918).

Hábitat. Crece como metafítica y perifítica en estanques, pantanos, litorales de cuerpos de agua grandes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita, planctónica y edáfica formando natas, películas filamentosas, céspedes filamentosos y perifiton en charcos, estanques y canales, temperatura del agua: 18-25 °C pH 7.0-7.5.

Chroococcus polyedriformis Schmidle, Bot. Jahrb. 30: 241, pl. IV: fig. 1. 1902. TIPO: TANGAÑICA. Lago Nyassa.

Colonias de agrupaciones de células poliédricas numerosas. **Células** iniciales ocasionalmente solitarias, ligeramente ovales, (4.0-)5.0-10.0(-16.0) µm diámetro, generalmente 2 células con vaina común, hemisféricas y con vaina limitada distinguible de 2.0-3.0(-8.0) µm diámetro, amarillenta o rojiza o hialina (rara vez finamente estratificada). **División celular**, las células se separan por división binaria en tres planos perpendiculares y en más planos irregulares logrando formas poligonales redondeadas; en estadios posteriores, las células se mantienen en aglomerados con vainas en colonias irregulares; contenido celular verde azul pálido, verde olivo o ligeramente rojizo. Fig. 21.

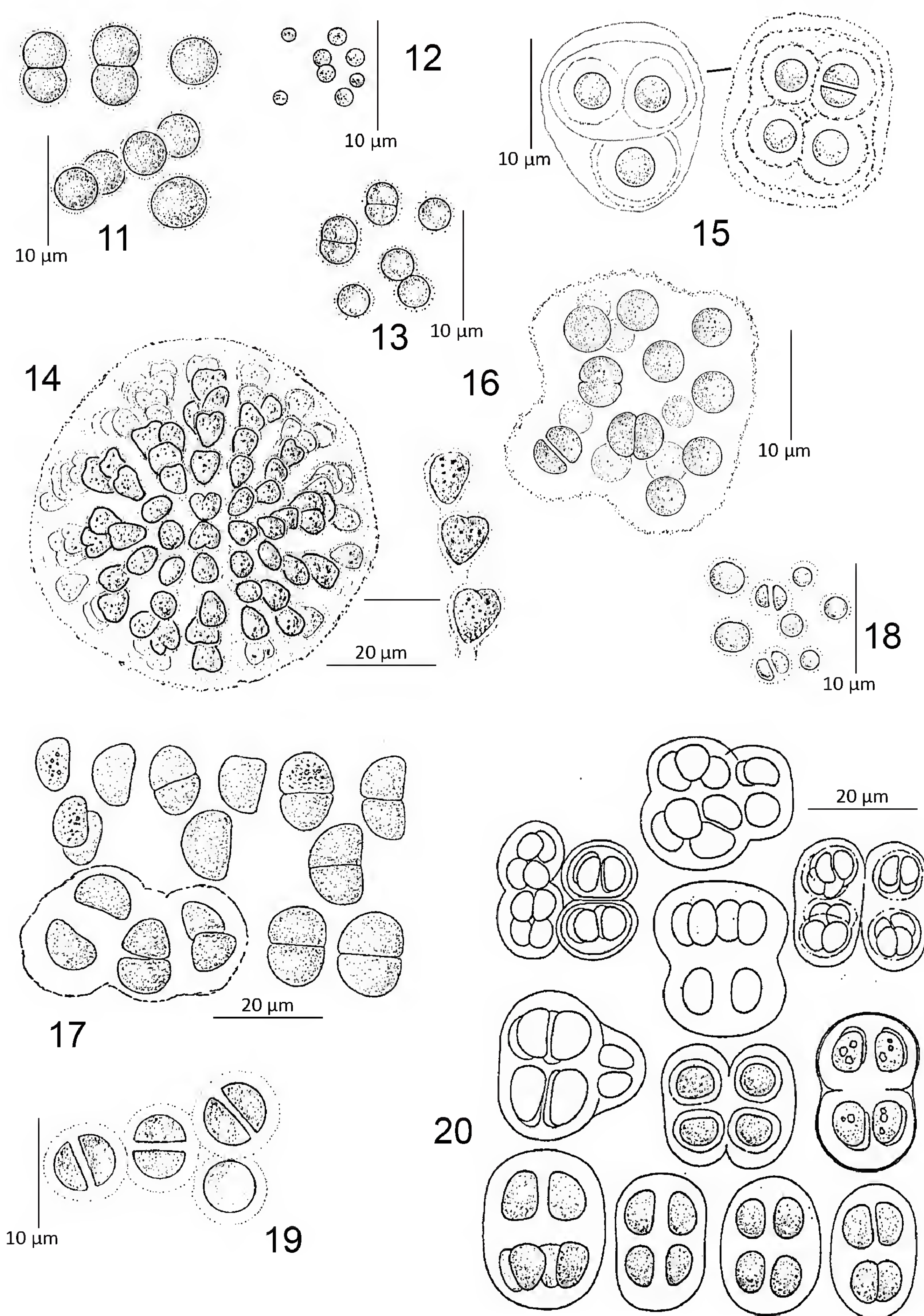
Distribución. Pantropical, en México se registrado solamente en Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 1), (FCME-PAP 2), (FCME-PAP 4); *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 941), (FCME-PAP 942).

Hábitat. Crece como subaerofítica y metafítica en charcos someros o estanques. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita, planctónica y edáfica formando natas, películas filamentosas y céspedes filamentosos en charcos y canales, temperatura del agua: 25 °C, pH 7.5.

2. *GLOEOCAPSOPSIS* Geitler ex J. Komárek

2. *GLOEOCAPSOPSIS* Geitler ex J. Komárek, Bull. Natl. Sci. Mus., Tokio, Ser. B, Bot. 19(1): 23-24. 1993.



Figs. 11-20. Cyanoprokaryota. Chroococcales. 11. *Synechocystis aquatilis.* 12. *S. minuscula.* 13. *S. salina.* 14. *Gomphosphaeria multiplex* (colonia y células). 15. *Gloeocapsa atrata.* 16. *Microcystis smithii.* 17. *Chroococcus deltoides.* 18. *C. minor.* 19. *C. minutus.* 20. *C. mipitanensis.*

Bibliografía. Komárek, J. 1993. Validation of the genera *Gloeocapsopsis* and *Asterocapsa* (Cyanoprocaryota) with regard to species from Japan, Mexico and Himalayas. *Bull. Natl. Sci. Mus., Tokio, Ser. B, Bot.* 19(1): 19-37.

Colonias microscópicas, que forman conglomerados macroscópicos granulares o estratos irregulares. **Células** verde azules, ligeramente esféricas, irregulares, poliédricas redondeadas, reunidas en paquetes irregulares con diferente tamaño, cada una con su propia vaina, limitada y firme, lamelada o no, incolora o amarillenta. Los grupos de células reunidas por una vaina común. Contenido celular homogéneo. **División celular** en diferentes direcciones en generaciones sucesivas, las células no crecen a su tamaño original antes de la división.

Diversidad. Género con más de 8 especies en el mundo, 2 en México y 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Zonas templadas.

Gloeocapsopsis pleurocapsoides (Novácek) J. Komárek & K. Anagnostidis ex J. Komárek, Bull. Natl. Sci. Mus. Tokyo, Ser. B (Bot.), 19: 24. 1993. *Gloeocapsa pleurocapsoides* Novácek, Dvorák & Novácek, Sborn. Klub. Prír. Brne 15: 5. 1933. Mohelno. Arch. Svazu Ochr. Prír. A Domov. Zemi Moravskoslezské 3a: 93, 133, pl. I: figs. 2, 6, 7; pl. III: figs. 1-12; pl. V: fig. 7. 1934. TIPO: REPÚBLICA CHECA. Mohelno, Moravia.

Colonias en agregados celulares ligeramente cúbicos, con vaina común. **Células** esféricas cuando solitarias, poliédricas a irregulares cuando agrupadas, 6.0-13.1 µm largo, 4.0-8.0 µm diámetro, en grupo las células tienen diferente tamaño, verde azul pálido a parduscas, se dividen antes de alcanzar su tamaño original; contenido homogéneo con 1 ó 2 gránulos; **vaina** individual firme, incolora o amarillenta, no muy amplia. Fig. 22.

Distribución. América, Europa y Asia, de presencia escasa. Nuevo registro para México

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Tepanco de López: Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 911).

Hábitat. Crece como aerofítica sobre rocas húmedas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica formando parte de céspedes filamentosos en estanques artificiales, temperatura del agua: 18 °C, pH 7.0.

ENTOPHYSALIDACEAE Geitler

Colonias esféricas, alargadas a irregulares, mucilaginosas, estratificadas o polarizadas o en pseudofilamentos, especialmente en las partes marginales, generalmente distantes unas de otras. **Células** ligeramente esféricas a irregulares; **vaina** firme o delgada. **División celular** sucesiva en planos diferentes o en la zona marginal de las colonias o en un plano perpendicular a las células orientadas radialmente, no crecen a su tamaño y forma original antes de la siguiente división; monocitos facultativos, nanocitos ausentes.

Discusión. Se reconocen 2 subfamilias, en México sólo esta representada Entophydalidoideae.

Diversidad. Familia con 6 géneros y 52 especies en el mundo, 3 géneros y 5 especies en México, 1 especie en el Valle Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

ENTOPHYSALIDOIDEAE J. Komárek & K. Anagnostidis

Colonias esféricas o irregulares. **Células** casi esféricas inicialmente, después irregulares, dispuestas en hileras; **vaina** firme, cada célula con vaina individual, situadas irregular o radialmente, sobre todo en la parte marginal de las colonias, formando talos compactos.

Diversidad. Subamilia que reúne 5 géneros y 5 especies en el mundo, 3 géneros y 9 especies en México, 1 especie en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

1. ***CHLOROGLOEA*** Wille

1. ***CHLOROGLOEA*** Wille, Nyt Mag. Naturv. 38: 5. 1900.

Bibliografía. Komárek, J. & G. Montejano. 1994. Taxonomic evaluation of several *Chlorogloea*-species (Cyanoprocaryota) from inland biotopes. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 74: 1-26.

Colonias micro o macroscópicas, irregulares, mucilaginosas, esféricas, subesféricas o planas, grumosas, en ocasiones forman masas mucilaginosas compuestas de microcolonias sencillas, células arregladas generalmente en hileras con un mucílago común generalmente poco evidente, a veces orientadas radial o paralelamente, a veces sin vaina individual. **Células** ligeramente esféricas, elipsoidales o irregulares, contenido finamente granular, verde azul, grisáceo, verde olivo pálido, amarillento o rojizo. **División celular** en 3-más planos en generaciones sucesivas, crecen casi hasta su tamaño original antes de la siguiente división (aunque no con la misma forma); multiplicación por fragmentación de la colonia en varias agrupaciones mucilaginosas multicelulares.

Diversidad. Género con más de 20 especies en el mundo, 4 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

Chlorogloea cuauhtemocii J. Komárek & G. Montejano, Arch. Hydrobiol. Suppl. 104 (Algol. Stud. 74): 8, figs. 5, 6. 1994. TIPO: MÉXICO. Ciudad de México, Chapultepec. 1994 (BRNM).

Colonias irregulares, mucilaginosas. **Células** epilíticas, 3.6-4.1 µm largo, 2.7-3.4 µm diámetro, dispuestas en pseudofilamentos poco evidentes; **vaina**

con mucílago firme en la periferia y difluente en el centro de la colonia, incolora a amarillenta, algunas células con vaina individual. **División celular** en tres a más planos transversales, células ovales; las colonias se disgregan fácilmente hay abundantes células solitarias en el centro de la colonia. Fig. 23.

Distribución. Sólo se ha registrado en México, en el Distrito Federal y los estados de Hidalgo, Puebla y Yucatán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Ajalpan: Ajalpan, canal de riego, con corriente temporal, sustrato lodoso con cantos rodados. *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 249). **Mpio. Tepanco de López:** Granja porcina, alfalfar junto a la granja, aspersores de 20 cm de diámetro en el cultivo, bañados por una fuga que forma una película de agua; la altura de los aspersores es de 40 cm. *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 910).

Hábitat. Crece como epilítica y metafítica en estanques y charcos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica y epipélica formando parte de céspedes filamentosos y películas filamentosas en canales y de ambientes mixtos (aspersores), temperatura del agua: 20-24 °C, pH 6.5-7.0.

CHAMAESIPHONACEAE Borzi

Células solitarias o en grupos, sésiles, heteropolares, formado capas o pseudofilamentos uniseriados; **vaina** mucilaginosa, lamelada y firme rara vez fina o reducida a la parte basal. **División celular** sucesiva o casi expontánea en un plano perpendicular al eje principal (vertical) o en más direcciones en la parte superior de la célula, rara vez en el centro; en los pseudofilamentos sólo las células terminales se dividen, a veces en una secuencia rápida, las células terminales jóvenes se separan de la parte basal (exocitos).

Diversidad. Familia que reúne 6 géneros con 73 especies en el mundo, 4 géneros y 18 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

1. *CHAMAECALYX* J. Komárek & K. Anagnostidis.

1. *CHAMAECALYX* J. Komárek & K. Anagnostidis. 1986. Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 43: 199.

Bibliografía. Gold-Morgan, M., G.Montejano & J. Komárek. 1996. Freshwater epiphytic Chamaesiphonaceae from Central Mexico. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 83: 257-272.

Solitarias en agrupaciones algo densas, epífitas. **Células** en forma de mazo siempre polarizadas, con una estructura de fijación diferenciada, el polo superior redondeado; contenido celular finamente granulado, sin aerotopos, verde azul pálido, gris, amarillento o rojizo; **vaina** delgada, en ocasiones lamelada, se abre en el ápice durante la división celular. **División celular** asimétrica, la primera es perpendicular al eje principal, después la parte apical se divide sucesivamente, ligeramente rápido, en diferentes planos para formar exocitos.

Discusión. Género con 3 especies registradas de ambientes dulceacuícolas, 2 en México.

Diversidad. Género con 15 especies, 2 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. América, Asia y Europa.

Chamaecalyx swirenkoi (Sirsov) J. Komárek & K. Anagnostidis, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 43: 199. 1986. *Dermocarpa swirenkoi* Sirsov, Visnik. Dnipropetr. Girdrobiol. Stanc. 1: 195, fig. 2. 1929. *Cyanocystis swirenkoi* (Sirsov) Hallfors & Munsterhjelms, Ann. Bot. Fenn. 19: 169. 1982 (Tipo no localizado).

Dermocarpa clavata Geitler, Krypt.-Fl. 14: 406, fig. 235. 1932. *Dermocarpa clavata* Geitler var. *aquae-dulcis* Geitler, Krypt.-Fl. 14: 1173. 1932. TIPO: INDONESIA. Java: Ranu Bedali.

Células en forma de mazo corto, 8.0-19.3 µm largo, 8.5-10.0 µm diámetro, unidas por un mucílago trapezoidal; **vaina** delgada, la parte superior alargada a globosa, con 4-8 exocitos de 4.0-4.3 µm diámetro, apretados, la zona de división 6.0-12.0 µm largo. Fig. 24.

Distribución. Probablemente cosmopolita. En México se ha registrado en Morelos, Puebla, San Luis Potosí y Tamaulipas.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 933).

Hábitat. Crece como epífita sobre algas filamentosas, musgos y plantas vasculares en aguas estancadas, claras y en zonas calcáreas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita formando parte de céspedes filamentosos en estanques artificiales, temperatura del agua: 26 °C, pH 6.5.

Familia **XENOCOCCACEAE** Ercegovi

Solitarias o en grupos irregulares. **Células** esféricas o irregulares; **vaina** firme, delgada ocasionalmente lamelada. **División celular** en múltiples planos sucesivos o en un plano dominante formando pseudofilamentos, no crecen a su tamaño y forma original antes de la siguente división, producción facultativa de nanocitos o baeocitos.

Diversidad. Familia con 6 géneros y más de 100 especies en el mundo, 6 géneros y 15 especies en México, 1 género, 2 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

1. *CHROOCOCCOPSIS* Geitler

1. *CHROOCOCCOPSIS* Geitler, Arch. Protistenk. 51:342. 1925.

Solitarias o en aglomeraciones densas y/o filas de células pseudofilamentosas, no polarizadas (o sólo en los estadios iniciales de desarrollo); las células

terminales de los pseudofilamentos en forma de mazo. **Células** esféricas o en forma de mazo, irregulares, poligonales con terminaciones redondeadas, algunas veces ligeramente aplanadas por los lados y de diferentes tamaños; contenido celular verde azul, verde olivo o rojizo, con gránulos solitarios; **vaina** individual delgada, firme, estratificada e incolora. **División celular** irregular en diferentes planos en generaciones sucesivas, a veces con una división dominante en un plano (formación de pseudofilamentos); las células mayores se dividen en un gran número de baeocitos que son liberados por una abertura de la vaina materna.

Diversidad. Género con 6 especies en el mundo, 1 género y 2 especies en México y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Principalmente en la zona templada, 2 especies de amplia distribución.

CLAVE PARA LAS ESPECIE

1. Células hasta 10.0 µm de diámetro, color verde azul. *C. fluviatilis*
1. Células hasta 36.0 µm de diámetro, color verde azul brillante, verde olivo o violeta. *C. gigantea*

Chroococcopsis fluviatilis (Lagerheim) J. Komárek & K. Anagnostidis, Preslia, Praha 67: 17. 1995. *Pleurocapsa fluviatilis* Lagerheim, Notarisia 3: 430. 1888. *Xenococcus fluviatilis* (Lagerheim) Geitler, Beih. Bot. Centralbl. 41, Abt. II: 245. 1925. TIPO: ALEMANIA. “Freiburg im Br. in flumine Dreisam ad muscos aquaticos”.

Colonias compactas, planas o hemisféricas en pseudofilamentos y pseudoparénquimas, con una vaina amplia incolora a amarillo pardusca; los pseudofilamentos largos pueden ser 1-2 ó 3-seriados. **Células** ligeramente esféricas o ligeramente poligonales, 3.0-10.0 µm diámetro; contenido celular homogéneo, verde azul, con algunas granulaciones dispersas, no se observó la formación de baeocitos. Fig. 25.

Distribución. Europa y Norteamérica, de zonas frías y templadas. En México sólo se ha registrado en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 940); ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 948), (FCME-PAP 949). **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, río con corriente que proviene de San Agustín, de 2.5 m de ancho, corriente rápida, sustrato rocoso, aguas claras, no turbias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 924), (FCME-PAP 926), (FCME-PAP 927), (FCME-PAP 928), (FCME-PAP 929), (FCME-PAP 930).

Hábitat. Crece en aguas corrientes pequeñas y ríos, litorales de lagos sobre todo tipo de sustratos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica y epífita formando costras, películas filamentosas y películas compactas en ríos, canales y estanques artificiales, temperatura del agua 19-26 °C, pH 6.5-7.0.

Chroococcopsis gigantea Geitler, Arch. Protistenk. 51: 342, fig. k.1925. TIPO: AUSTRIA. "Wiener Prater".

Colonias de células semiesféricas, globosas y con lados planos, diámetro con vaina 6.0-12.0 µm, verde azul brillante a verde olivo o violeta; contenido celular con cromatoplasma condensado en una región, no homogéneo, gránulos pequeños pero evidentes; **vaina** muy delgada, visible, no común a varias células; crecen en planos no ordenados, por fisión binaria y por formación de baeocitos de 2.5-3.2 µm diámetro. Fig. 26.

Discusión. Para Komárek y Anagnostidis (1998) es una especie similar a *C. fluviatilis* "posiblemente idéntica" y además señalan que los registros tropicales requieren de ser confirmados.

Distribución. América y Europa. En México sólo se ha registrado en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 226). **PUEBLA: Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 301); Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 940). **Mpio. Tepanco de López:** Granja porcina, alfalfar junto a la granja, aspersores de 20.0 cm de diámetro en el cultivo, bañados por una fuga que forma una película de agua; la altura de los aspersores es de 40.0 cm, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 903), (FCME-PAP 904), (FCME-PAP 905), (FCME-PAP 906); Francisco I. Madero, río con corriente que proviene de San Agustín, de 2.5 m de ancho, corriente rápida, sustrato rocoso, aguas claras, no turbias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 924), (FCME-PAP 926), (FCME-PAP 927), (FCME-PAP 928), (FCME-PAP 929), (FCME-PAP 930), (FCME-PAP 931). **Mpio. Zapotitlán:** Zapotitlán de las Salinas, pozo de donde se obtiene el agua para las salinas, agua verde aceituna claro, cubierta por cristales pardos, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 952).

Hábitat. Crece como bentónica sobre piedras y el fondo de cuerpos de agua estancada y corriente, sobre conchas de moluscos, rara vez epífita. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipélica, epilítica y epífita formando parte de céspedes filamentosos, crecimientos hemisféricos, películas filamentosas, costras, perifiton y natas en arroyos, canales, ríos, estanques artificiales, represas y ambientes mixtos, temperatura del agua 19-27 °C, pH 6.0-8.2.

HYELLACEAE Borzi

Colonias rara vez solitarias, pseudoparenquimatosas, nematoparenquimatosas o pseudofilamentosas. **Células** de forma variable, ligeramente polarizadas, dispuestas en hileras irregulares o rara vez regulares, especialmente en las partes marginales y orientadas radialmente; **vaina** firme, generalmente lamelada. **División celular** principalmente en un plano, facultativamente en

más planos en generaciones sucesivas; en las células terminales principalmente se presenta una división rápida que forma baeocitos.

Diversidad. Con 2 subfamilias, 10 géneros y 95 especies en el mundo, 2 géneros y 7 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. La mayor parte de las especies son marinas, registradas de América, Antártica, Asia y Europa; las de agua dulce se han registrado principalmente de la zona templada en corrientes de montaña, de América y Europa.

HYELLOIDEAE J. Komárek

Células irregulares o alargadas irregularmente que forman nematoparénquimas o pseudoparénquimas arreglados en hileras, especialmente en pseudofilamentos en las partes marginales de discos pseudoparenquimatosos; **vaina** firme y delgada. **División celular** irregular en muchos planos o ligeramente perpendiculares al eje principal de las células alargadas; producción facultativa de baeocitos.

Diversidad. Subfamilia con 7 géneros.

Distribución. Las especies de agua dulce se han registrado principalmente en la zona templada.

1. ***PLEUROCAPSA*** Thuret

1. ***PLEUROCAPSA*** Thuret, Krypt.-Fl. Deutschl. 2. Aufl. 2: 515. 1885.

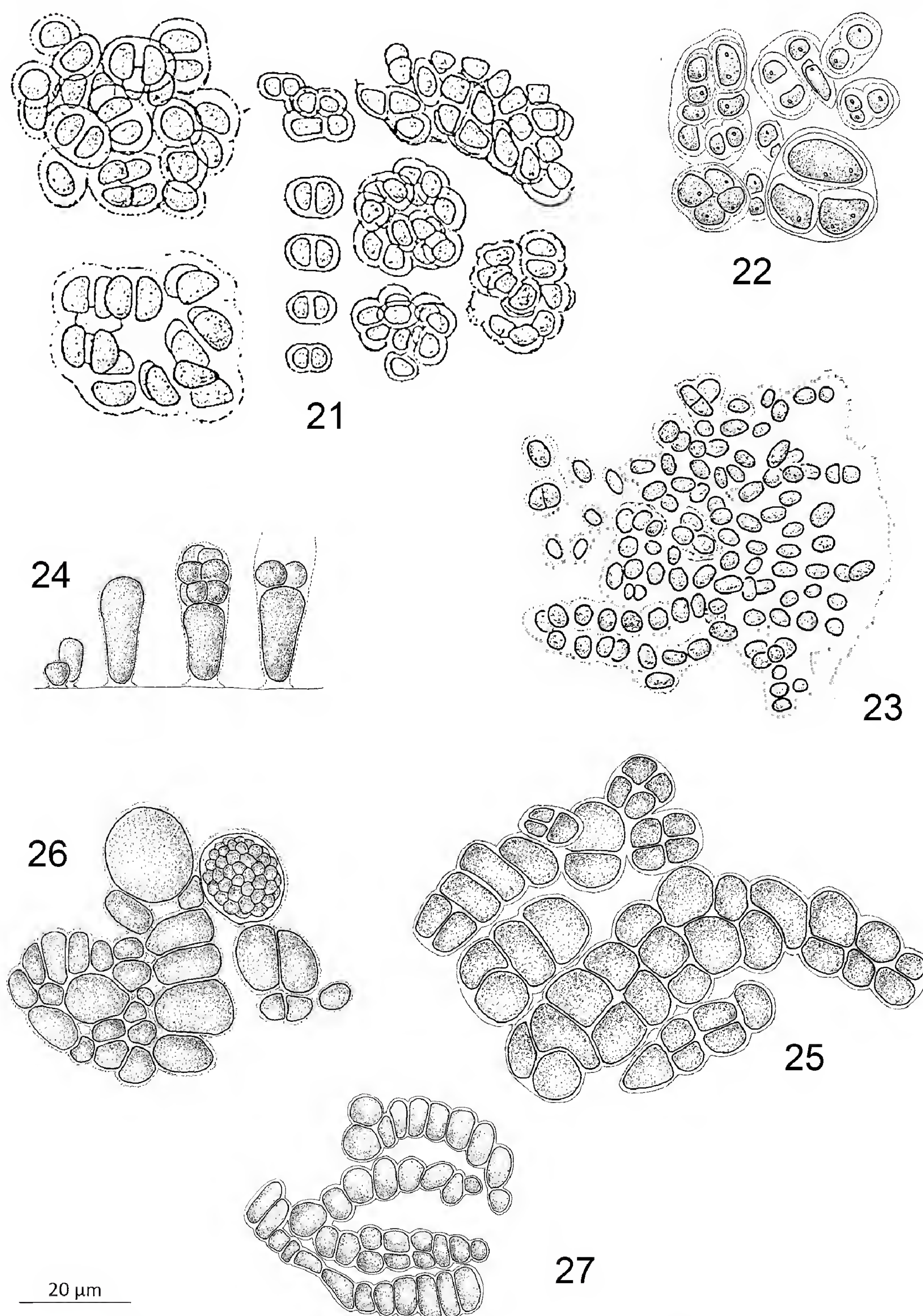
Colonias postradas, costrosas o en capas delgadas, compuestos de grupos irregulares de células de los que crecen en hileras dispuestas irregular o radialmente o ramificadas irregularmente, ocasionalmente los pseudofilamentos son endolíticos; las hileras de células son 1-multiseriadas; **vaina** ligeramente fina, firme, a veces lamelada, confluente en los márgenes, amarillenta a pardusca. **Células** irregulares y de tamaño variable, en los pseudofilamentos son alargadas; contenido celular verde azul pálido o rosáceo, ligeramente granulosos o con gránulos prominentes. **División celular** en planos diferentes, las células alargadas se dividen en baeocitos.

Diversidad. Género con más de 29 especies, varias de ellas dudosas por los cambios propuestos por Komárek y Anagnostidis (1998). En México se han registrado 3 especies, 2 de las cuales se consideran sinónimos, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Las especies de agua dulce se han registrado de Europa. Sólo dos especies tienen distribución más amplia.

Pleurocapsa minor Hansgirg, Phys. alg. Mitt., Sitz.-Ber. Kgl. böhm. Ak. Wiss. S. 89, Taf. 1, fig. 1-10. 1890. *Scopulonema minor* (Hansgirg) Geitler, Die natürlichen Pflanzenfamilien. *In:* A. Engler & K. Prantl, K. (eds.) Sweite Auflage. Vol. 1b: 93. 1942 (Tipo no localizado).

Colonias pseudofilamentosas, cortas, verde azul intenso, formando pseudoparénquimas compactos. **Células** rectangulares, cilíndricas, esféricas,



Figs. 21-27 Cyanoprokaryota. Chroococcales. 21. *Chroococcus polyedriformis.* 22. *Gloeocapsopsis pleurocapsoides.* 23. *Chlorogloea cuauhtemocii.* 24. *Chamaecalyx swirenkoi.* 25. *Chroococcopsis fluviatilis.* 26. *C. gigantea.* 27. *Pleurocapsa minor.*

poliédricas, 2.0-5.0 µm diámetro, irregulares, sin una posición definida ni ordenada en los pseudofilamentos; **vaina** delgada. Fig. 27.

Distribución. Principalmente Europa, en zonas montañosas. Por su variabilidad es posible que los registros de África, América y Asia no sean precisos. En México se conoce de los estados de Morelos, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí y Yucatán.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario. Muestras de suelo seco, *Novelo s.n.* (FCME-PAP AA1).

Hábitat. Crece como epilítica en aguas corrientes y como edáfica en suelos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica formando crecimientos ligeramente hemisféricos en cultivos de suelo seco.

OSCILLATORIALES Elenkin

Bibliografía. Gomont, M. 1892. *Monographie des Oscillariées (Nostocacées, Homocystées).* Reimpresión 1967. J. Cramer-Weinheim & L.T.D. Wesley and Hafner Pub. Co. Codicote, Herts, New York. 367 p. Komárek, J., H. Kling, & J. Komárková. 2003. Filamentous Cyanobacteria. *In:* J.D. Wehr, & R.G. Sheath (eds.). *Freshwater algae of North America. Ecology and classification.* Academic Press, San Diego. pp. 117-196. Komárek, J. & K. Anagnostidis, 2005. *Cyanoprokaryota 2. Teil/2nd. Part: Oscillatoriales.* Elsevier GmbH., München. 759 p. McGregor, G.B. 2007. *Freshwater Cyanoprokaryota of North-Eastern Australia I: Oscillatoriales.* Australian Biological Resources Study, Canberra. 123 p.

Colonias formadas por tricomas típicos, móviles o inmóviles. **División celular** transversal; pueden presentar vainas, ramificaciones falsas y aerotopos; nunca con ramificaciones verdaderas, ni heterocitos, ni acinetos; multiplicación por hormogonios u hormocitos.

Diversidad. Orden con 6 familias, 51 géneros y 1520 especies en el mundo, 5 familias, 8 géneros y 261 especies en México, 14 géneros y 45 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

El número de especies total es variable según las fuentes bibliográficas pues la gran mayoría no han sido revisadas bajo la propuesta de clasificación de Komárek y Anagnostidis (2005) y persisten numerosas sinonimias.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

CLAVE PARA LAS FAMILIAS

1. Tricomas menores de 4.0 µm de diámetro, tilacoides parietales.
  2. Tricomas sin vaina o sólo un tricomoa por vaina. Pseudanabaenaceae
  2. Más de un tricoma por vaina, filamentos heteropolares y fasciculados. Schizotrichaceae
1. Tricomas mayores 4.0 µm de diámetro, tilacoides radiales, paralelos o irregulares.
  3. Células más cortas que anchas, tilacoides en todo el volumen celular. Oscillatoriaceae
  3. Células isodiamétricas o más largas que anchas, tilacoides radiales.
    4. Filamentos cortos, formación de hormogonios sin necridios. Borziaceae

4. Filamentos largos, formación de hormogonios por la presencia de necridios. Phormidiaceae

PSEUDANABAENACEAE K. Anagnostidis & J. Komárek

Tricomas cilíndricos, solitarios, agrupados o formando tramas finas (matas algales), rectos, curvos o helicoidales, inmóviles o móviles, algunos con rotación intensa, 3.0-11.0 µm diámetro; **vaina** facultativa fina o firme; sin ramificación falsa o facultativa. **Células** generalmente más largas que anchas, con crecimiento al tamaño original antes de la siguiente división; sin aerotopos o localizados en posiciones terminales o centrales; los tilacoides ligeramente periféricos; células con adaptación cromática. **División celular**, multiplicación por fragmentación de los tricomas en hormogonios móviles u hormocitos inmóviles de longitud variable, sin necridios, pero en ocasiones con células de sacrificio simples.

Diversidad. Familia con cerca de 500 especies reunidas en 4 subfamilias y 15 géneros en el mundo, 10 géneros y 46 especies en México, 5 géneros y 13 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

CLAVE PARA LAS SUBFAMILIAS

1. Tricomas con una vaina delgada, firme, filamentos isopolares. Leptolyngbyoideae
1. Tricomas sin vaina, o sólo muy fina y difluente.
  2. Tricomas rectos u ondulados. Pseudanabaenoideae
  2. Tricomas regularmente enroscados. Spirulinoideae

PSEUDANABAENOIDEAE K. Anagnostidis & J. Komárek

Filamentos solitarios o formando **colonias** como matas (películas, céspedes) sin vaina, ni ramificaciones, ocasionalmente con **vaina** muy fina, homogénea, incolora y difluente; inmóviles (excepto los hormogonios) o facultativamente móviles; aerotopos presentes ocasionalmente, pero siempre localizados en las partes terminales o centrales. **División celular** por reproducción de hormocitos, hormogonios o desintegración de los filamentos en células solitarias.

Diversidad. Subfamilia con 6 géneros y 165 especies en el mundo, 4 géneros y 20 especies en México, 2 géneros y 7 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Filamentos móviles, con células apicales puntiagudas y curvas, en ocasiones con una caliptra esférica. 1. *Geitlerinema*
1. Filamentos inmóviles, células apicales redondeadas a puntiagudas, sin caliptra. 2. *Jaaginema*

1. *GEITLERINEMA* (K. Anagnostidis & J. Komárek) K. Anagnostidis

1. *GEITLERINEMA* (K. Anagnostidis & J. Komárek) K. Anagnostidis, Pl. Syst. Evol. 164: 35. 1989. *Phormidium* subg. *Geitlerinema* K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 404. 1988.

Bibliografía. Anagnostidis, K. 1989. *Geitlerinema*, a new genus of oscillatorialean cyanophytes. *Plant Syst. Evol.* 164: 33-46.

Filamentos rara vez **solitarios**, orientados casi paralelamente, formando matas membranosas, difluentes y lisas que cubren el sustrato; tricomas sin vaina, isopolares, rectos o ligeramente ondulados, delgados, 1.0-4.0 µm de diámetro, 1-seriados, ápices agudos y ligeramente curvos, generalmente con movilidad intensa. **Células** cilíndricas, elongadas, más largas que anchas, ligeramente constreñidas o sin constricciones en los septos; sin aerotopos, a veces con algunos gránulos prominentes, tilacoides arreglados concéntricamente a la pared celular; las células terminales agudas y curvas, a veces ganchudas, puntiagudas o redondeadas adelgazadas, ocasionalmente con una caliptra esférica; contenido celular verde azul pálido, amarillento, verde olivo o verde brillante. **División celular** transversal, las células hijas crecen ligeramente al tamaño original antes de la siguiente división, todas las células se dividen excepto las apicales; multiplicación por hormogonios sin necridios o por fragmentación completa del tricoma.

Diversidad. Género con 32 especies en el mundo, 6 en México, 3 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Zonas templadas, existen 14 especies donde 13 son de zonas tropicales y 5 con amplia distribución.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Célula apical redondeada.	*G. amphibium*
1. Célula apical puntiaguda.	
2. Célula apical alargada, curva o helicoidal.	*G. splendidum*
2. Célula apical corta, curva.	*G. claricentrosum*

Geitlerinema amphibium (Agardh ex Gomont) K. Anagnostidis, Pl. Syst. Evol. 164: 38. 1989. *Oscillatoria amphibia* Agardh, Flora 10: 632. 1827. *Phormidium amphibium* (Agardh) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 404. 1988. TIPO: REPÚBLICA CHECA. Karlovy Vary.

Filamentos rectos, 2.7-3.8 µm diámetro, flexuosos, verde azul pálido. **Células** 2.1-3.7 (-8.0) µm largo, relación largo/diámetro = 0.5-2.7 veces; contenido celular granuloso, gránulos escasos, pequeños y dispersos; septos gruesos con gránulos grandes, 1-2 en cada lado, sin constricciones, ápice recto; la apical redondeada a puntiaguda, caliptra ausente; cromatoplasma homogéneo. **División celular** difusa. Fig. 28.

Distribución. Probablemente cosmopolita. En México se ha registrado en el Estado de México, Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Altepexi: El Humilladero, 3 km antes de Ajalpan, carretera Tehuacán-Oaxaca, canal sobre una meseta, sustrato lodoso, aguas turbias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 265); *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1053). **Mpio. Nicolás Bravo:** Nicolás Bravo, arroyo muy pequeño de agua muy turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2 m de ancho, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 197). **Mpio. San Sebastián Zinancatepec:** San Sebastián Zinancatepec, cerca de Calipan, canal que cruza la carretera de norte a sur, el caudal es pobre pero se llega a formar una corriente constante, además, un canal sin agua, pero húmedo, paralelo a la carretera, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1032). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 302). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas obscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183).

Hábitat. Crece como bentónica, en perifiton de aguas estancadas, también sobre lodo en orillas de aguas corrientes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipsámica, planctónica, epilítica, edáfica y epipélica formando películas filamentosas, tapetes, natas, crecimientos hemisféricos, céspedes filamentosos y espumas en canales, arroyos y lagos, temperatura del agua: 20-25 (-37) ˚C, pH del agua 7.0-8.0, pH del lodo 9.0, salinidad 2 UPS.

Geitlerinema claricentrosum (Gardner) K. Anagnostidis, Pl. Syst. Evol. 164: 39. 1989. *Oscillatoria claricentrosa* Gardner, Mem. New York Bot. Gard. 7: 37, pl. 8: fig. 72. 1927. *Phormidium claricentrosum* (Gardner) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 404. 1988. TIPO: PUERTO RICO. Fajardo, en lodo, en una represa cerca de playa, *Wille 697* (NY).

Filamentos rectos, 2.4-2.8 µm diámetro. **Células** 6.2-10.2 µm largo, relación largo/diámetro = 2.2-3.6 veces; gránulos ausentes; septos delgados, con constricciones ligeras, gránulos pequeños, 2 en cada lado, ápice curvo; la apical puntiaguda, caliptra ausente. Fig. 29.

Discusión. Especie tropical, los registros europeos son dudosos (Komárek y Anagnostidis, 2005).

Distribución. América, Asia, Europa y Antillas. En México se conoce de los estados de Oaxaca y Puebla.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. San Sebastián Zinancatepec: San Sebastián Zinancatepec, cerca de Calipan, canal que cruza la carretera de norte a sur, el caudal es pobre pero se llega a formar una corriente constante, además, un canal sin agua, pero húmedo, paralelo a la carretera, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1032).

Hábitat. Crece como epipsámica y metafítica en aguas estancadas y corrientes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipsámica formando parte de pelícu-

las filamentosas en canales, temperatura del agua: 22-24 °C, pH 7.4, salinidad 2 UPS.

Geitlerinema splendidum (Greville ex Gomont) K. Anagnostidis, Pl. Syst. Evol. 164: 43. 1989. *Oscillatoria splendida* Greville, Fl. Edin.: 304. 1824. *Phormidium splendidum* (Greville) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 404. 1988. TIPO: ESCOCIA. "tubs of water in the stove of the Botanic Garden".

Filamentos rectos, 2.3-2.9 µm diámetro, ligeramente flexuosos. **Células** 4.5-8.1 µm diámetro, relación largo/diámetro = 1.6-2.8 veces; septos delgados, sin constricciones, contenido celular granuloso, 2 gránulos grandes en cada lado, ápice recto, curvo a helicoidal; la apical alargada y ganchuda, que termina con una capitación esférica. Fig. 30.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en el Distrito Federal y los estados de Chihuahua, Hidalgo, Morelos y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Coxcatlán: Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1050). **Mpio. Tehuacán:** Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 933), (FCME-PAP 934), (FCME-PAP 936), (FCME-PAP 937), (FCME-PAP 938), (FCME-PAP 939).

Hábitat. Crece como bentónica sobre lodo, plantas u otros objetos sumergidos en aguas estancadas, salobres y contaminadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica, plantónica, epífita y epilítica formando parte de películas filamentosas, céspedes filamentosos y natas en ríos y estanques artificiales, temperatura del agua: 26-27 °C, pH 6.0-6.5.

2. ***JAAGINEMA*** K. Anagnostidis & J. Komárek

2. *JAAGINEMA* K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 395. 1988.

Filamentos generalmente solitarios o agrupados sin orden, formando pequeños crecimientos, tricomas sin vaina, cilíndricos, isopolares, ondulados o enroscados, delgados, 0.5-3.0 µm diámetro, 1-seriados, no atenuados en el ápice, septos sin constricciones o ligeramente; siempre inmóviles. **Células** cilíndricas, más largas que anchas, sin aerotopos, a veces con gránulos solitarios (rara vez en los septos), las apicales redondeadas a adelgazadas, puntiagudas o puntiagudo-redondeadas, caliptra ausente; contenido celular verde azul pálido, gris, amarillento o verde olivo. **División celular** transversal, las células hijas crecen ligeramente a su tamaño original antes de la siguiente división, todas las células son capaces de dividirse; multiplicación por la fragmentación del tricoma en hormocitos, sin necridios.

Diversidad. Género con cerca de 30 especies en el mundo, 7 en México, 4 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Con representantes en zonas templadas y tropicales. Varias especies son marinas.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Con gránulos en los septos. *J. quadripunctulatum*
1. Sin gránulos en los septos.
  2. Diámetro de las células de 0.6-0.7 µm. *J. angustissimum*
  2. Diámetro de las células mayor de 2.0 µm.
    3. Septos gruesos, translúcidos y constreñidos. *J. geminatum*
    3. Septos delgados, no translúcidos ni constreñidos. *J. geitleri*

Jaaginema angustissimum (W.West & G.S. West) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 395. 1988. *Oscillatoria angustissima* W. West & G.S. West. J. Bot. (London) 35: 300. 1897. TIPO: ANGOLA. Loanda: "in warm sulphate spring near S. Pedro". *Welwitsch 164* (vii.1854; viii.1854).

Colonias filamentosas, filamentos 0.6-0.7 µm diámetro, flexuosos, verde azules. **Células** 1.0-1.3 µm largo, relación largo/diámetro = 1.5-2 veces más anchas que largas; septos delgados, sin constricciones ni gránulos, ápice recto; la apical redondeada, con contenido celular homogéneo, caliptra ausente. Fig. 31.

Distribución. América, Asia y Europa. En México se ha registrado en los estados de Oaxaca y Puebla.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca. La velocidad de la corriente es variable, como el cauce (2.0-3.0 m ancho), charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1049). **PUEBLA: Mpio. Zapotitlán**: Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

Hábitat. Crece en aguas termales y azufrosas, en pantanos y aguas estancadas y lodos sapropélicos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica formando tapetes y películas filamentosas en ambientes mixtos, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6, salinidad 5 UPS.

Jaaginema geitleri (Frémy) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. suppl. Algol. Stud. 50-53: 395. 1988. *Oscillatoria geitleri* Frémy, Arch. Bot. Mém. 3(2): 216, fig. 185. 1930. TIPO: GABÓN. En agua estancada.

Colonias filamentosas, filamentos de 2.5 µm diámetro, flexuosos, forman películas verde azul brillante o verde azul. **Células** 2.9-3.0 µm largo, relación largo/diámetro = 1.1-1.2 veces más anchas que largas; contenido celular granuloso, gránulos escasos en el citoplasma, pequeños y dispersos; septos delgados, sin constricciones, sin gránulos, ápice recto, célula apical redondeada, caliptra delgada. Fig. 32.

Distribución. África, América, Asia y las Antillas, principalmente en zonas tropicales. Primer registro para México.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Tepeaca: San Hipólito Xochitenango, río de sustrato calcáreo muy accidentado, sin cantos rodados, en una cañada de unos 20 m de profundidad, gran depositación de limo en las orillas, hay pozas, rápidos, remansos, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 891). Esta localidad está fuera de los límites del Valle, sin embargo el río es considerado como parte de los afluentes del río Salado. La ficoflora de este lugar tiene afinidades muy evidentes con las del Valle propiamente dicho.

Hábitat. Crece en aguas estancadas. En San Hipólito Xochitenango, Puebla, crece como epipélica formando películas filamentosas en pozas, remansos y suelo húmedo, temperatura del agua: 18 °C, pH 7.0.

Jaaginema geminatum (Meneghini ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 395. 1988. *Oscillatoria geminata* Meneghini, Conspec. Algol. euganeae: 9. 1837. *Oscillatoria geminata* Schwabe ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 222. 1892. *Oscillatoria geminata* Schwabe, Linnaea 11: 118, pl. I: fig. 7. 1837. TIPO: ITALIA. Abano (Meneghini).

Colonias filamentosas, filamentos 2.2-2.3 µm diámetro, flexuosos, forman películas verde azules. **Células** 2.2-5.5 µm largo, relación largo/diámetro = 0.9-2.5 veces más anchas que largas; contenido celular hialino o granuloso, gránulos escasos en el citoplasma, grandes y dispersos; septos gruesos y translúcidos, sin gránulos, con constricciones evidentes, ápice recto; la apical redondeada, caliptra ausente. Fig. 33.

Discusión. En el Index Nominum Algarum (Silva, 2011) se registra la autoridad original como *Oscillatoria geminata* Schwabe ex Gomont. Sin embargo se hace notar que el basónimo es *Oscillatoria geminata* Meneghini ex Gomont 1892. Este nombre es el más utilizado en la literatura. Sin embargo, Gomont registró *O. geminata* Meneghini. Conspectus Algologie euganeae, p. 9. 1837; e specim. authent. in herb. Thuret! - (an Schwabe, Linnaea, XI, Heft I, p. 118, tab. I, fig. 7), más adelante anotó que no le fue posible procurarse una muestra auténtica del material de Schwabe y al determinar si fué idéntica al material de Meneghini. Por esa razón decidió consignar la autoridad de Meneghini como la más acertada. La publicación de Gomont es un punto de partida posterior para las Oscillatoriales.

Distribución. África, América, Asia y Europa. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de Hidalgo, Oaxaca y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 943); ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 946). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas obscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 192).

Hábitat. Es una especie considerada como típica de aguas termales. Todos los registros europeos corresponden a esos hábitats. La identidad de las poblaciones de otros ambientes debe ser reconsiderada (según Komárek y Anagnostidis, 2005), pues seguramente existen varios ecomorfos de morfología muy similar. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica, epífita y epilítica formando parte de películas compactas, perifiton y películas filamentosas en canales, lagos y charcos, temperatura del agua: 21-26 °C, pH 6.5-7.5.

Jaaginema quadripunctulatum (Bruhl & Biswas) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 396. 1988. *Oscillatoria quadripunctulata* Bruhl & Biswas, J. Dep. Sci. Calcutta Univ. 4(Bot. 1): 5, pl. I: fig. 6. 1922. *Phormidium quadripunctulatum* (Brühl & Biswas) N.L. Gardner, Rhodora 28: 2. 1926. TIPO: BANGLADESH. Porojpur.

Colonias filamentosas, filamentos 2.0 µm diámetro, rectos, verde azules. **Células** 3.3-4.6 µm largo, gránulos en el citoplasma escasos, pequeños y dispersos, relación largo/diámetro = 1.5-2.3 veces más anchas que largas; septos gruesos, sin constricciones, contenido celular granuloso, dos gránulos grandes, ápice recto; la apical redondeada, caliptra ausente. Fig. 34.

Distribución. África, América y Asia. En México sólo existe el registro del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Nicolás Bravo: Nicolás Bravo, arroyo muy pequeño de agua muy turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2.0 m de ancho, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 198).

Hábitat. Crece en charcos y orillas de cuerpos de agua corriente. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica junto con macrofitas; en arroyos, temperatura del agua: 20 °C, pH 7.0.

SPIRULINOIDEAE Gomont

Tricomas enroscados apretadamente, solitarios o en colonias (céspedes o películas), sin ramificaciones, móviles; **vaina** ausente o si presente entonces delgada, incolora, homogénea y difluente. **Células** sin aerotopos; multiplicación por hormogonios o desintegración del filamento, sin necridios.

Diversidad. Subfamilia con 3 géneros, cerca de 57 especies, 2 géneros y 10 especies en México, 1 género y 2 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

1. *SPIRULINA* Turpin ex Gomont

1. *SPIRULINA* Turpin ex Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. ser. 7, 16: 96, 249. 1892.

Filamentos uniseriados, solitarios (planctónicos) o en agrupaciones macroscópicas, tricomas isopolares regularmente enroscados a todo lo largo, los giros fuertemente unidos, densos o laxos, extremadamente móviles en forma rotatoria; **vaina** inconspicua. **Células** cilíndricas, no constreñidas en los septos,

ligeramente isodiamétricas; contenido celular homogéneo, verde azul pálido, verde olivo o rosado, sin aerotopos ni gránulos prominentes y tilacoides dispuestos asimétricamente cerca de las paredes; las células apicales redondeadas, sin engrosamientos ni caliptras. **División celular** transversal, las células hijas crecen hasta el tamaño original antes de la siguiente división; multiplicación por fragmentación del tricoma en hormogonios móviles, sin presencia de necridios.

Discusión. Bourrelly (1985) reunió los géneros *Arthrospira* Stizenberger ex Gomont y *Spirulina* Turpin ex Gomont en *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont pero Anagnostidis y Komárek (1988), los mantienen separados principalmente por las diferencias en los poros y el patrón de perforación de la pared celular (visible en el microscopio electrónico de transmisión), además consideraron la torción obligatoria (no facultativa) del tricoma y la cercanía de los giros. Los septos no son visibles al microscopio de luz.

Hay especies halófilas, de aguas termales, marinas y de aguas dulces; las agrupaciones microscópicas llegan a cubrir el sustrato en el que crecen.

Diversidad. Género con 31 especies en el mundo, 8 en México (1 es fósil), 2 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Sólo dos especies de amplia distribución, las otras restringidas.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Tricomas largos, de 1.6-2.2 µm de diámetro. *S. major*
1. Tricomas cortos, de 2.4-2.7 µm de diámetro. *S. nordstedtii*

Spirulina major Kützing ex Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. ser. 7, 16: 250, 251, pl. 17, fig. 29. 1892. *Spirulina major* Kützing, Phycol. gen. 183. 1843. *Arthrospira major* (Kützing) Crow, Trans. Amer. Microsc. Soc. 46: 142. 1927. Lectotipo: ALEMANIA: Weissenfels.

Tricomas largos, de 1.6-2.2 µm diámetro, con filamentos hasta 145.6 µm largo, solitarios, regularmente enroscados, los tricomas no se tocan en los giros, cada giro 3.2-3.8 µm diámetro, distancia entre cada giro 3.0-3.2 µm. Fig. 35.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 227); Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca. La velocidad de la corriente es variable, como el cauce (2-3 m de ancho), charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1017), (FCME-PAP 1049). **PUEBLA: Mpio. Ajalpan:** Ajalpan, canal de riego, con corriente temporal, sustrato lodoso con cantos rodados, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 249), (FCME-PAP 250), (FCME-PAP 289). **Mpio. Altepexi:** El Humilladero, 3 km antes de Ajalpan, carretera Tehuacán-Oaxaca, canal sobre una meseta, sustrato lodoso, aguas turbias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1053), (FCME-PAP

1054). **Mpio. Coxcatlán:** Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1051). **Mpio. San Sebastián Zinancatepec:** San Sebastián Zinancatepec, cerca de Calipan, canal que cruza la carretera de norte a sur, el caudal es pobre pero se llega a formar una corriente constante, además, un canal sin agua, pero húmedo, paralelo a la carretera, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1032). **Mpio. Tehuacán:** ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 949), (FCME-PAP 950). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

Hábitat. Crece como planctónica o en metafiton, en aguas dulces, salobres, costeras marinas, estancadas y corrientes, también en ambientes subaéreos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica, epipsámica, epipélica, epilítica y epífita formando parte de tapetes, céspedes filamentosos, películas filamentosas, perifiton y películas compactas en ambientes mixtos, ríos, canales y arroyos, temperatura del agua: 21-29(-37) °C, pH: 6.0-8.6, salinidad 2-5 UPS.

Spirulina nordstedtii Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. ser. 7, 16: 250, 252. 1892. TIPO: SUECIA. Landskrona, “Hab aquas subsalsa Sueciae prope Landskrona (Nordstedt!) et Armorica apud le Crosic”.

Filamentos cortos, 2.4-2.7 µm diámetro, hasta 70.8 µm largo, verde azul, regularmente enroscados, los tricomas no se tocan entre sí en los giros, cada giro 5.1-5.4 µm diámetro, distancia entre cada giro 4.8 µm. Fig. 36.

Distribución. América, Europa y Madagascar. En México sólo se ha registrado del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 9); Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 934), (FCME-PAP 936), (FCME-PAP 937), (FCME-PAP 938).

Hábitat. Crece como bentónica en aguas salobres costeras y continentales. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica, epífita y epilítica formando parte de natas, céspedes filamentosos y películas filamentosas en canales y estanques artificiales, temperatura del agua: 25-26 °C pH 6.5-7.5.

LEPTOLYNGBYOIDEAE K. Anagnostidis & J. Komárek

Filamentos solitarios o agregados o en colonias (céspedes, películas), ocasionalmente con ramificaciones falsas, vaina facultativa presente; filamentos isopolares, uniseriados, no mayores de 3.0 µm diámetro, cilíndricos e inmóviles; contenido celular homogéneo, con gránulos escasos, aerotopos sólo en los septos; multiplicación por desintegración del tricoma en hormocitos u hormogonios.

Diversidad. Subfamilia con 3 géneros y 213 especies, 3 géneros y 14 especies en México, 2 géneros y 4 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero a nivel de especie con distribución restringida.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Filamentos solitarios, con los extremos libres y la parte media fija, ápice diferenciado. 1. *Leibleinia*
1. Filamentos solitarios o en talos complejos, entremezclados, ápice no diferenciado. 2. *Leptolyngbya*

1. *LEIBLEINIA* (Gomont) L. Hoffmann

1. *LEIBLEINIA* (Gomont) L. Hoffmann, Cryptogamie. Algologie 6:77. 1985. *Lyngbya* C. Agardh ex Gomont subgen. *Leibleinia* Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. ser. 7, 16: 120, 122. 1892.

Filamentos solitarios, rara vez entremezclados, en ocasiones con los extremos libres y la parte media fija, ápice ligeramente diferenciado, 1.5-12 µm diámetro, ondulados o irregularmente espiralados, especialmente en la parte media; **vaina** incolora, delgada y firme, abierta en el ápice; sin ramificaciones o rara vez con ramificaciones falsas; septos constreñidos o no. **Células** ligeramente isodiamétricas, más cortas o más largas, que anchas, cilíndricas o en forma de barril en el ápice, grisáceo pálidas, verde azul pálido o amarillentas, las apicales redondeadas, sin engrosamientos ni caliptras. **División celular** simétrica, transversal, las células crecen a su tamaño original antes de la siguiente división; multiplicación por hormocitos que se adhieren a lo largo del sustrato y crecen en ambos polos.

Discusión. Género poco conocido, presenta gran afinidad morfológica con *Lyngbya* Vaucher ex Gomont, *Leptolyngbya* Anagnostidis & Komárek, *Symploca* Kützing ex Gomont y *Phormidium* Kützing ex Gomont. Generalmente crecen sobre otras cianofíceas o algas filamentosas. La forma de crecimiento epífita dificulta su cultivo, los estudios morfológicos finos y los análisis genéticos.

Postradas generalmente sobre otras cianofíceas o algas filamentosas.

Diversidad. Género que reúne más de 24 especies, 2 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Seis de las especies de este género son marinas, el resto tienen una distribución restringida.

Leibleinia epiphytica (Hieronymus) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 394. 1988. *Lyngbya epiphytica* Hieronymus, Nat. Pflanzenfam. 1(1a): 67. 1898. *Leptothrix epiphytica* (Hieronymus) Dorff, Pflanzenforschung 16: 32. 1934. *Chlamydothrix epiphytica* (Hieronymus) Naumann, Zentralbl. Bakt., Abt 2, 78: 513. 1929. TIPO: ALEMANIA. Cerca de Berlin, sobre *Oedogonium* y *Tolypothrix.*

Filamentos fijos a todo lo largo, no enroscados ni ondulantes sobre el sustrato, algunos ápices se separan del sustrato; ramificaciones falsas ausentes; septos no constriñidos; las apicales similares a las intercalares o ligeramente constreñidas. **Células** 1.2-1.8 µm largo, 1.1-1.4 µm diámetro, contenido celular homogéneo. Fig. 37.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en Hidalgo, Puebla y San Luis Potosí.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Ajalpan: Carretera Ajalpan-San Sebastián Zinacatepec, canal con una represa, que limpia una porqueriza y una granja avícola y es utilizado como canal de riego, aguas turbias, sustrato lodoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 238). **Mpio. Tehuacán:** Tehuacán, represa de aguas negras, aguas de color muy obscuro, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 295).

Hábitat. Crece como epífita sobre algas en aguas estancadas y corrientes, dulces o marinas, en ocasiones en aguas termales. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita y epilítica formando parte de céspedes filamentosos en canales y represas, temperatura del agua: 23-31 °C, pH 6.5.

2. *LEPTOLYNGBYA* K. Anagnostidis & J. Komárek

2. ***LEPTOLYNGBYA*** K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 390. 1988.

Filamentos solitarios o en talos complejos, entremezclados, de varios milímetros de grosor; arqueados, ondulados, flexuosos o sumamente enroscados, delgados 0.5-3.2 µm diámetro; **vaina** delgada, simple, firme, incolora, generalmente abierta en el ápice y unida o distante de los tricomas, envolviendo 1-2 de ellos, generalmente con una ramificación lateral; tricomas muy finos, no atenuados en los extremos y con células apicales redondeadas o puntiagudas, septos constreñidos o no. **Células** isodiamétricas o más largas que anchas, verde azul pálido, grisáceo, verde olivo, amarillento o rojizo; contenido celular homogéneo, rara vez con gránulos escasos y prominentes, las apicales sin engrosamientos de la pared externa o caliptras. **División celular** ligeramente simétricamente (rara vez asimétrica), por fisión binaria, las células crecen a su tamaño original antes de la siguiente división; multiplicación por hormogonios, que se liberan de los tricomas en sus polos, fragmentándose por la muerte de algunas células de sacrificio.

Discusión. Las especies en aguas dulces, marinas, minerales y termales; en suelo, subaerofíticas, endogléicas, etc. La similitud morfológica entre las especies hace difícil reconocer claramente su distribución y por ello la especificidad ambiental no es un criterio útil de separación como sucede en otros grupos.

Género actualmente bien definido, consolidado por los estudios moleculares que permiten reconocerlo de *Plectonema* Thuet ex Gomont, *Phormidium* Kützing ex Gomont y *Lyngbya* Vaucher ex Gomont.

Diversidad. Género que reúne 170 especies, 7 en México, 4 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Filamentos moniliformes. *L. foveolarum*
1. Filamentos no moniliformes.
  2. Tricomas no constreñidos. *L. valderiana*
  2. Tricomas ligeramente constreñidos.
    3. Tricomas rectos. *L. tenuis*
    3. Tricomas flexuosos. *L. laminosa*

Leptolyngbya foveolarum (Rabenhorst ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 391. 1988. *Phormidium foveolarum* Rabenhorst ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 164. 1892 (Tipo no localizado).

Filamentos moniliformes, delgados, rectos o ligeramente flexuosos, tricomas verde azul pálido a brillante, septos constreñidos y translúcidos; **vaina** delgada, incolora, difluente. **Células** isodiamétricas, 1.6-1.7 µm diámetro, con contenido homogéneo, no granuloso; la apical redondeada, ápice recto. Fig. 38.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado de los estados de Chiapas y Puebla.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

Hábitat. Crece en cuerpos de agua o subaerofítica. Algunos registros marinos hacen necesario probar la identidad de los registros de agua dulce (Komárek y Anagnostidis, 2005). En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica formando parte de tapetes en ambientes mixtos, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6

Leptolyngbya laminosa (Agardh ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 392. 1988. *Oscillatoria laminosa* Agardh, Flora 10: 633. 1827. *Lyngbya laminosa* (Agardh) Thuret, Ann. Sc. Nat. Bot., Ser. 6, 1: 379. 1875. *Phormidium laminosum* Gomont ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 67. 1892. *Phormidium laminosum* Gomont ex Gomont f. *circinata* K. Anagnostidis, Untersuch. Cyanophyceen Griech. 154, 233, pl. XXVIII, fig. 129. 1961. TIPO: REPÚBLICA CHECA. Karlovy Vary, "mures verticales".

Phormidium laminosum Agardh ex Gomont f. *homogeneum* Wille, Denkschr. K. Akad. Wiss. (Wien), Math.-Naturw. Kl. 91: 148. 1914. TIPO: SAMOA. Isla Manono, *Rechinger*.

Filamentos no moniliformes, flexuosos, 1.9-2.2 µm diámetro, septos constreñidos ligeramente; **vaina** incolora, firme, no confluente. **Células** tan largas como anchas, 2.3-2.9 µm largo, 2.7-3.0 µm diámetro, relación largo/diámetro = 1-1.5 veces; contenido celular hialino, verde azul pálido a verde esmeralda, con un gránulo en cada lado de los septos en posición diagonal; la apical aguda, sin caliptra. Fig. 39.

Distribución. Cosmopolita. En México sólo se ha registrado del Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario. Muestras de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP A1 a/H).

Hábitat. Crece en manantiales termales. Según Komárek y Anagnostidis (2005) todos los registros de otros biotopos (aguas frías, roca, suelos, etc.) son debatibles y seguramente pertenecen a otras especies. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica formando películas compactas en suelo seco.

Leptolyngbya tenuis (Gomont) K. Anagnostidis& J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 393. 1988. *Phormidium tenue* Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 169. 1892. *Phormidium tenue* (Menenghini) Gomont ex Gomont, *ibid. Anabaina tenuis* Meneghini, Consp. Alg. Eugan. 8. 1837 (Tipo no localizado).

Spirocoleus tenuis (Meneghini) P.C. Silva, Univ. Calif. Publ. Bot. 79: 62. 1996. *Lyngbya comperei* Senna, Taxon 32: 467. 1983. TIPO: ITALIA. Cerca de Padova: manantiales termales.

Filamentos no moniliformes, rectos, 1.8-2.0 µm diámetro, uniseriados, entremezclados; **vaina** delgada cercana al tricoma, verde azul pálido; septos constreñidos ligeramente. **Células** 3.1-4.4 µm largo, relación largo/diámetro = 1.5-2.2 veces más largas que anchas; la apical redondeada no capitada, ni atenuada o ligeramente puntiagudo-curvada; contenido celular homogéneo, ocasionalmente con gránulos en los septos. Fig. 40.

Discusión. No confundir con *Phormidium tenue* (Agardh ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, que posee filamentos de 3.9-6.6 µm diámetro. La vaina es inconspicua al microscopio de luz.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de México, Michoacán, Puebla, Quintana Roo, Sonora, Tabasco y Yucatán.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Tlacotepec de Benito Juárez: Tlacotepec, a la orilla de la carretera Puebla-Tehuacán, un estanque, temporal con abundante materia orgánica, agua muy turbia, con sustrato lodoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 284).

Hábitat. Generalmente en suelos húmedos pero también en aguas estancadas someras, dulces, salobres e incluso salinas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como metafítica formando parte de céspedes filamentosos en charcos, temperatura del agua: 32 ˚C, pH 7.0.

Leptolyngbya valderiana (Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 393. 1988. *Phormidium valderianum* Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 159, 167, pl. 4: fig. 20. 1892. *Lyngbya valderiana* (Gomont) Hansgirg, Beih. Bot. Centralbl. 18 (Ab. II): 504. 1905. TIPO: ALEMANIA.

Filamentos no moniliformes, rectos, entremezclados, no constreñidos, ocasionalmente en forma espiralada formando círculos; **vaina** firme, delgada, incolora, cercana al filamento. **Células** 1.5-3.8 µm largo, 1.9-2.0 µm diáme-

tro, relación largo/diámetro = 0.75-2 veces más largas que anchas, verde azul pálido, la apical redondeada, sin engrosamientos, con gránulos en los septos. Fig. 41.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de Baja California, Morelos, Michoacán, Oaxaca y Puebla.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 991).

Hábitat. Crece como bentónica sobre todo tipo de sustratos, en aguas dulces corrientes y estancadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipsámica y epífita formando colonias laxas en ambientes mixtos, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6.

SCHIZOTRICHACEAE Elenkin

Talos costrosos o estratos (matas), isopolares rara vez en filamentos heteropolares, laxamente agrupados, se dividen o se anastomosan; tricomas más de uno por vaina, inmóviles; **vaina** con ápice cerrado, sin aerotopos. **División celular**, todas las células son capaces de dividirse y crecen a la talla original antes de la siguiente división; multiplicación por hormogonios móviles y por desintegración de las partes terminales de los tricomas.

Diversidad. Familia con 2 géneros y 120 especies en el mundo, 1 género y 26 especies en México, 1 género y 1 especie en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

1. *SCHIZOTHRIX* Kützing ex Gomont

1. *SCHIZOTHRIX* Kützing ex Gomont, Ann. Sc. Bot. ser. 7, 15: 292. 1892.

Talos filamentosos, con más de un tricoma por vaina, dispuestos casi paralelamente; **vaina** fina, difluente, homogénea, lamelada o no, con margen ondulado o recto, ocasionalmente con vaina individual, incolora, amarillenta, pardusca, rojiza o azul violáceo; terminación de los filamentos con vaina cerrada; los filamentos se reúnen en grupos ligeramente ramificados, formando fascículos erectos o incrustados con carbonato de calcio y formando talos hemisféricos costrosos; tricomas cilíndricos, no polarizados, con polos no atenuados, septos no constriñidos. **Células** cilíndricas, casi isodiamétricas o más largas que anchas; la apical puntiaguda o redondeada, sin caliptra ni engrosamientos de la pared. **División celular** sin zonas meristemáticas; multiplicación por hormogonios.

Diversidad. Género con 92 especies, 26 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

Schizotrhix lardacea Gomont, Ann. Sc. Bot. ser. 7, 15: 295, 311, pl. 8, figs. 8, 9. 1892. TIPO: ITALIA. "apud Viverone (Cesati in Rabenhorst) et in fontibus Romae (Rabenhorst)".

Lyngbya rufescens (Kützing) Kirchner, Jahres. Ver. Vaterl. Naturk. Württemberg 36: 197. 1880. *Leptothrix rufescens* Kützing, Phyc. gen. 199. 1843. TIPO: ITALIA. "auf beständig nassen steineren Stufen einer Fontaine in Viterbo".

Talos ramificados en las puntas con vaina difluente, no lamelada, incolora, de ápice cerrado; filamentos con 2-4 tricomas por vaina, uno sólo al final, sin vaina individual en la mayoría de los casos, tricomas casi paralelos en los filamentos, septos no constriñidos. **Células** más largas que anchas, 3.2-3.9 µm largo, 1.9-2.1 µm diámetro, las apicales puntiagudas; con dos gránulos prominentes cerca de los septos. Fig. 42.

Distribución. Probablemente cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de Puebla, San Luis Potosí y Sonora.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tecamachalco: Tecamachalco, calle 11 sur del poblado, canal que proviene de Valsequillo de aproximadamente 25.0 m de ancho, paredes de concreto, fondo cubierto de basura y sedimentos con algunas plantas dispersas, suelo húmedo con crecimientos poco visibles, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 901).

Hábitat. Crece como subaerofítica, en suelos húmedos y paredes, rocas y margen de cuerpos de agua. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipélica formando céspedes filamentosos en canales.

BORZIACEAE Borzi

Tricomas solitarios o agrupados en estratos finos, cortos, moniliformes, vaina ausente o mucilaginosa amplia. **Células** cilíndricas a esféricas, hasta 11.0 µm diámetro, todas capaces de dividirse y de crecer hasta su tamaño original antes de la siguiente división; gránulos refringentes prominentes, tilacoides convolutos o arreglados en fascículos radialmente; multiplicación por fragmentación de los **tricomas**, sin necridios, en hormocitos u hormogonios con ligera movilidad facultativa.

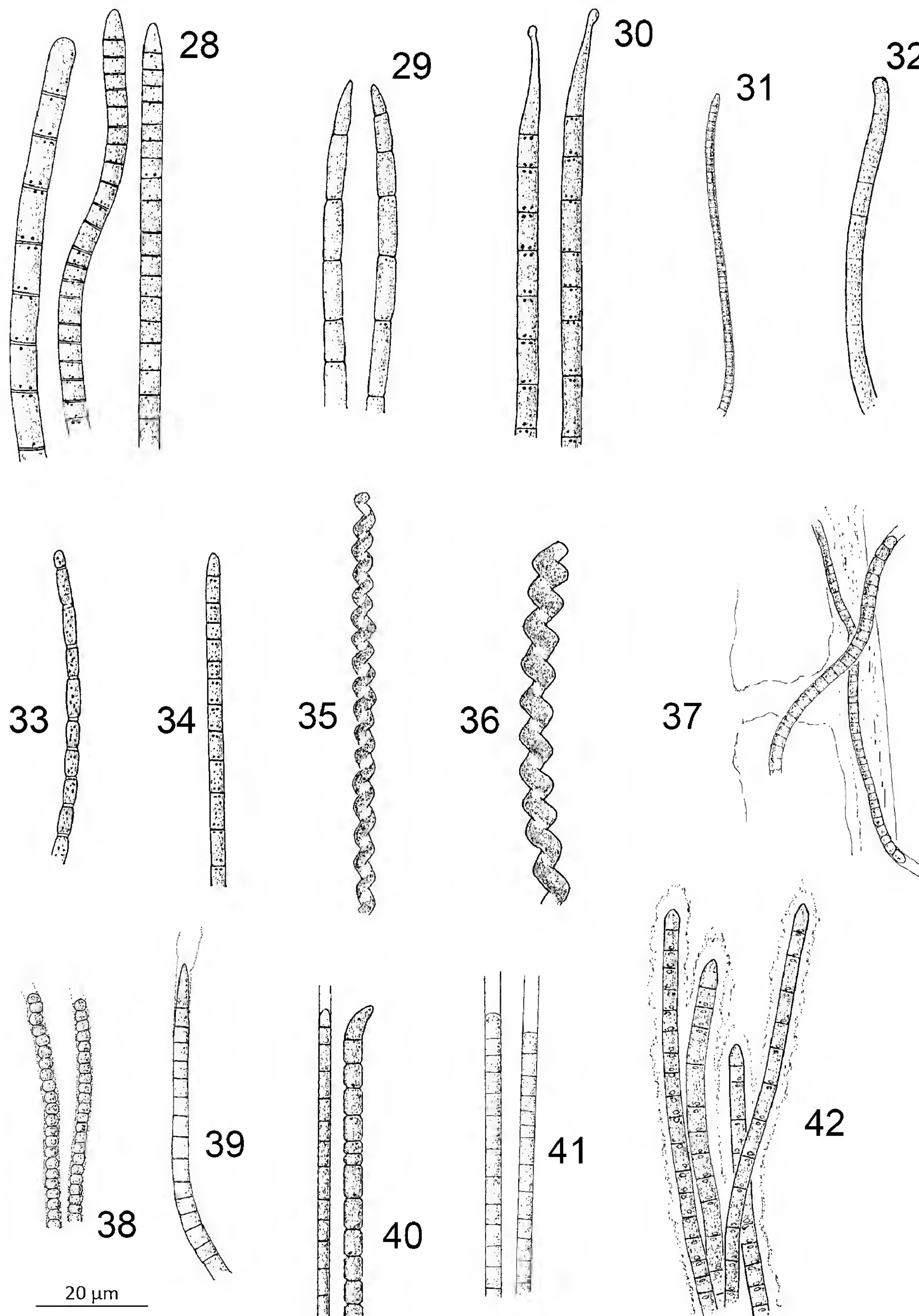
Diversidad. Familia con 4 géneros y 35 especies en el mundo, 1 género y 2 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Familia poco conocida, la mayoría de las especies se conocen sólo de la localidad tipo.

1. ***KOMVOPHORON*** K. Anagnostidis & J. Komárek

1. ***KOMVOPHORON*** K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 373. 1988.

Filamentos solitarios o en crecimientos mucilaginosos laminares, rectos o ligeramente curvos, no mayores de 650.0 µm largo; vaina difluente, fina e incolora; **tricomas** con septos constreñidos, no atenuados hacia el ápice. **Células** ligeramente esféricas o en forma de barril, hasta 10.0 µm diámetro, sin aerotopos, en ocasiones con granulación evidente, las apicales redondeadas o



Figs. 28-42. Cyanoprokaryota. Oscillatoriales. 28. *Geitlerinema amphibium*. 29. *G. claricentrosum*. 30. *G. splendidum*. 31. *Jaaginema angustissimum*. 32. *J. geitleri*.33. *J. geminatum*. 34. *J. quadripunctulatum*. 35. *Spirulina major*. 36. *S. nordstedtii*. 37. *Leibleinia epiphytica*. 38. *Leptolyngbya foveolarum*. 39. *L. laminosa*. 40. *L. tenuis*. 41. *L. valderiana*. 42. *Schizotrhix lardacea*.

puntiagudas, crecen a su tamaño original antes de dividirse nuevamente; sin necridios; la germinación de los hormocitos es isopolar.

Discusión. Género que durante mucho tiempo estuvo en duda, por la similitud de los hormocitos y hormogonios de otras Oscillatoriales, en muchas ocasiones las especies son pasadas por alto o confundidas por las estructuras reproductoras.

Diversidad. Género con 23 especies, 2 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Gran parte de las especies crecen en regiones templadas.

Komvophoron minutum (Skuja) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 373. 1988. *Pseudanabaena minuta* Skuja, Symb. Bot. Upsal. 9(3): 57, pl. V: figs. 6, 7. 1948. TIPO: SUECIA. Uppland: Skärsjön y Valloxen.

Filamentos cortos 53.0-74.0 µm largo, flexuosos, curvos. **Células** cilíndricas, 2.1-2.5 µm largo, 2.8-2.9 µm diámetro, margen cóncavo en la parte media, la apical redondeada; contenido celular homogéneo; **vaina** inconspicua. Fig. 43.

Discusión. Anagnostidis y Komárek (2005) registran dos especies para el género *Komvophoron* (*K. minutum* y *K. skujae*) con el nombre *Pseudanabaena minuta* Skuja, como basónimo de ambas, pero descritos en dos publicaciones distintas, la primera de 1948 y la segunda de 1956. En el segundo caso se menciona que habita en lagos profundos, asociada a bacterias sulfurosas. Aunque la morfología de ambas especies es muy similar, los ambientes que ocupan son muy diferentes.

Distribución. América y Europa. En México no había sido registrada previamente.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. San Sebastián Zinancatepec: San Sebastián Zinancatepec, cerca de Calipan, canal que cruza la carretera de norte a sur, el caudal es pobre pero se llega a formar una corriente constante, además, un canal sin agua, pero húmedo, paralelo a la carretera, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1032)

Hábitat. Crece como bentónica, en ocasiones planctónica en lagos y estanques. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipsámica formando parte de películas filamentosas en canales, temperatura del agua: 22-24 °C, pH 7.4, salinidad 2 UPS.

PHORMIDIACEAE K. Anagnostidis & J. Komárek

Filamentos solitarios o en agrupaciones definidas, con o sin vaina, fina o firme, abierta en el ápice, 1-más tricomas por vaina; ramificaciones falsas, facultativas. **Células** capaces de dividirse y crecer ligeramente a su tamaño original antes de la siguiente división, excepto las apicales; aerotopos facultativos, dispersos en toda la célula o ausentes; tilacoides ligeramente periféricos, pero principalmente enroscados de manera irregular o perpendiculares a la pared celular; composición de pigmentos ligeramente constante, sin adapta-

ción cromática. **División celular**, por fragmentación del tricoma, hormogonios u hormocitos, con presencia de necridios; movilidad facultativa.

Diversidad. Familia dividida en 3 subfamilias con 19 géneros y cerca de 600 especies, 10 géneros y 73 especies en México, 5 géneros y 24 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS SUBFAMILIAS

1. Un tricoma por vaina. Phormidioideae
1. Varios tricomas por vaina. Microcoleoideae

PHORMIDIOIDEAE K. Anagnostidis & J. Komárek

Tricomas solitarios, cilíndricos, colonias en forma de estratos mucilaginosos finos o en capas (películas); filamentos de 1.5-14.0 μm diámetro, rectos, enroscados o regularmente helicoidales, con un patrón especial de poros en la pared celular; **vaina** facultativa o ausente; ramificaciones falsas raras o ausentes; 1-tricoma por vaina, tricomas sin vainas o dentro de ellas móviles. **División celular**, multiplicación por fragmentación de tricomas en hormogonios ligeramente largos, móviles por rotación, ondulación, deslizamiento, estremecimientos o temblores.

Diversidad. Subfamilia con 10 géneros y más de 450 especies, 8 géneros y 59 especies en México, 4 géneros y 20 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Filamentos con ramificaciones falsas. 4. *Pseudophormidium*
1. Filamentos sin ramificaciones falsas.
  2. Tricomas con aerotopos. 2. *Planktothrix*
  2. Tricomas sin aerotopos.
    3. Vainas lameladas, firmes. 3. *Porphyrosiphon*
    3. Vainas finas o facultativas, no lameladas. 1. *Phormidium*

1. *PHORMIDIUM* Kützing ex Gomont

1. *PHORMIDIUM* Kützing ex Gomont, Ann. Sc. Bot. ser. 7, 16: 96,156. 1892.

Bibliografía. Marquardt, J. & K.A. Palinska. 2007. Genotypic and phenotypic diversity of cyanobacteria assigned to the genus *Phormidium* (Oscillatoriales) from different habitats and geographical sites. *Arch. Microbiol.* 187: 397-413.

Filamentos uniseriados, rara vez solitarios, macro y microscópicos estratificados, suaves, finos, como fieltros o películas, que cubren sustratos de naturaleza diversa; **vaina** con desarrollo facultativo, tubular, firme, incolora, unida

a los tricomas, no estratificada, abierta en los polos, con 1 tricoma por vaina; **tricomas** isopolares, ligeramente rectos, curvos, enroscados u ondulantes, nunca ramificados, móviles (por ondulaciones, oscilaciones o temblores). **Células** cilíndricas o en forma de barril, ligeramente isodiamétricas, septos constreñidos o no, ápice no atenuado ni curvo; sin aerotopos o presentes en condiciones subóptimas; contenido celular granuloso o gránulos prominentes en los septos o en toda la célula; las apicales, redondeadas, atenuadas o puntiagudas, en ocasiones con caliptra; contenido celular verde azul, rara vez pardusco, rosado o violeta; tilacoides situados perpendicularmente a la pared celular, radialmente en sección. **División celular** transversal, perpendicular al eje principal del filamento, las células hijas crecen hasta su tamaño original antes de la siguiente división, en ocasiones se presenta una zona meristemática poco evidente; multiplicación por hormogonios que se separan de la parte terminal del tricoma por la presencia de necridios o por fragmentación completa del tricoma.

Discusión. Según Komárek y Anangnostidis (2005), es el género más difícil taxonómicamente de las Cyanoprokaryota, pues existen numerosos morfotipos con formas intermedias. Seguramente que las especies descritas son sólo una parte de toda la variación del género. Análisis moleculares (Marquardt, & Palinska 2007) han mostrado que no hay una correlación entre la morfología, el origen ecológico o geográfico y la posición taxonómica y filogenética de las especies, y se confirma que el género es probablemente polifilético, que se requieren más estudios para aclarar la taxonomía, se ha subdivido en varias ocasiones en subgéneros o grupos. El arreglo propuesto por Komárek y Anagnostidis (2005) se cita en la clave y las descripciones de cada especie.

Diversidad. Género con más de 266 especies, 41 en México, 17 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Ápice atenuado.
  2. Ápice gradualmente atenuado, célula apical marcadamente atenuada y puntiaguda, ligeramente curva (Grupo II). *P. animale*
  2. Ápice abruptamente atenuado, célula apical ligeramente atenuada y puntiaguda, ligeramente curva (Grupo III). *P. formosum*
1. Ápice no atenuado.
  3. Célula apical puntiaguda, sin caliptra ni engrosamientos de la pared celular externa (Grupo IV).
    4. Diámetro de los tricomas menor de 6.0 µm. *P. papyraceum*
    4. Diámetro de los tricomas mayor de 7.0 µm. *P. tinctoreum*
  3. Célula apical redondeada, con o sin caliptra, con engrosamientos de la pared celular externa.
    5. Célula apical redondeada o puntiaguda, caliptra ausente, ocasionalmente con pared celular externa engrosada (Grupo V).
      6. Talos formando películas delgadas o en agrupaciones poco densas.
        7. Tricomas no constreñidos en los septos.
          8. Contenido celular con granulaciones abundantes y concentradas. *P. willei*
          8. Contenido celular con granulaciones escasas y dispersas.

9. Diámetro de los tricomas 2.0-2.2 µm. *P. diguetii*
9. Diámetro de los tricomas mayores a 3.0 µm.
10. Tricomas menores 5.0 µm de diámetro. *P. chlorinum*
10. Tricomas mayores 5.0 µm de diámetro. *P. simplicissimum*
7. Tricomas ligeramente constreñidos en los septos.
11. Septos con granulaciones. *P. tergestinum*
11. Septos sin granulaciones. *P. hamelii*
6. Talos formando fieltros gruesos o compactos o filamentos solitarios.
12. Septos no granulados.
13. Célula apical redondeada, tricoma 3.2-4.0 µm de diámetro. *P. allorgei*
13. Célula apical puntiaguda, tricoma 4.5-4.6 µm de diámetro. *P. corium*
12. Septos granulados.
14. Tricomas no constreñidos en los septos. *P. aerugineo-coeruleum*
14. Tricomas constreñidos en los septos. *P. puteale*
5. Célula apical redondeada, con caliptra o paredes celulares engrosadas.
15. Tricomas gradual o abruptamente adelgazados hacia los ápices, células apicales con caliptra (Grupo VII). *P. autumnale*
15. Tricomas cilíndricos células apicales con caliptra (Grupo VIII).
16. Tricomas 5.2-7.0 µm de diámetro, septos constreñidos. *P. ambiguum*
16. Tricomas mayores de 6.0 µm de diámetro, no constreñidos. *P. irriguum*

Phormidium aerugineo-coeruleum (Kützing ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 407. 1988. *Lyngbya aerugineo-coerulea* Kützing ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 146. 1892. *Oscillatoria aerugineo-caerulea* Kützing, Phyc. gen. 185. 1843. TIPO: “in infusionen” (Sin localidad).

Talos formando fieltros gruesos. **Filamentos** libres o entremezclados, flexuosos, verde azul brillante; con vaina delgada pero firme, filamentos cilíndricos, con ápice recto; septos no constreñidos, granulados, gránulos pequeños en hileras una de cada lado. **Células** casi tan largas como anchas, 3.1-4.8 µm largo, 2.7-5.0 µm diámetro, relación largo/diámetro = 0.6-1.7 veces, contenido celular con gránulos dispersos; la apical redondeada con un ligero engrosamiento de la pared externa (Grupo V). Fig. 44.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en el Distrito Federal y los estados de Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca. La velocidad de la corriente es variable, como el cauce (2.0-3.0 m de ancho), charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1049). **PUEBLA: Mpio. Tepanco de López:** Granja porcina, alfalfar junto a la granja, aspersores de 20 cm de diámetro en el cultivo, bañados por una fuga que forma una película de agua; la altura de los aspersores es de 40.0 cm, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 902), (FCME-PAP 903). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

Hábitat. Crece como bentónica y epífita en aguas corrientes y estancadas, subaerofítica. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipsámica, epífita y edáfica formando colonias laxas, películas filamentosas y tapetes en ríos, charcos y

ambientes mixtos, temperatura del agua: 20-29 °C, pH 6.0-8.6, salinidad 5 UPS.

Phormidium allorgei (Frémy) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 407. 1988. *Lyngbya allorgei* Frémy, Archives de Botanique, Mémoires 3(2): 189, fig. 156. 1930. TIPO: GABÓN. Agua estancada (Localidad no explícita).

Talos formando fieltros gruesos y compactos. **Filamentos** entremezclados con otras algas, largos, flexuosos, 3.2-5.6 µm diámetro; septos no constreñidos, sin gránulos; vaina muy delgada, incolora. **Células** cilíndricas, 3.4-4.5 (-8.4) µm largo, relación largo/diámetro 0.6-1.4 veces, contenido homogéneo con gránulos pequeños y dispersos, verde azul pálido; la apical redondeada, caliptra ausente, ocasionalmente engrosamiento en la pared externa (Grupo V). Fig. 45.

Distribución. África, América y Asia. En México se ha registrado en los estados de Morelos, Oaxaca, Puebla y Veracruz.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Nicolás Bravo: Nicolás Bravo, arroyo pequeño de agua muy turbia, junto al camino, en el km 13, corriente natural de 2 m de ancho, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 197). **Mpio. Tepanco de López:** Tepanco, canal que cruza la carretera cerca de Tepanco, ramal del Canal que conecta al Valle de Tehuacán con la presa de Valsequillo, el agua que mantiene es de lluvia, el canal tiene poca agua, lodos con natas ligeramente verdes, tiene unos 5.0 m de ancho, agua muy turbia con un sustrato lodoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 282); Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 911).

Hábitat. Crece como epipsámica, metafítica y edáfica en aguas corrientes y estancadas, también en ambientes subaéreos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica y epipélica formando crecimientos hemisféricos, películas filamentosas, películas compactas y céspedes filamentosos en arroyos, canales, ambientes mixtos y estanques artificiales, temperatura del agua: 18-32 °C, pH 6.0-7.0.

Phormidium ambiguum Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 2, ser. 7, 16: 178-179, pl. 5: fig. 10. 1892. *Amphithrix amoena* Kützing, Phycol. General 220. 1843. *Lyngbya bourrellyana* Compère, Bull. Jard. Bot. Natl. Belg. 44: 17. 1974. TIPO: ALEMANIA. Nordhausen.

Tricomas ligeramente entremezclados entre sí, rectos, cilíndricos, flexuosos, 5.2-7.0 µm diámetro, ápice no atenuado, verde amarillentos, filamento 7.3-10.0 µm diámetro; septos muy finos, constreñidos; vaina incolora 1.0-1.5 µm grosor. **Células** 1.8-2.4 µm largo, relación largo/diámetro menor de 0.3 veces; con gránulos dispersos, cerotomizadas (de apariencia reticulada), sin aerotopos, ápice con división evidente, pero no meristemática; la apical redondeada, con caliptra 4.1 µm largo, 1.0 µm grosor. (Grupo VIII). Fig. 46.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en el Distrito Federal y los estados de Oaxaca, Puebla, Quintana Roo y Sonora.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Ajalpan: Ajalpan, canal de riego, con corriente temporal, sustrato lodoso con cantos rodados, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 249).

Hábitat. Crece como bentónica en aguas corrientes y estancadas, epilítica, en aguas termales y salobres. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica formando céspedes filamentosos en canales, temperatura del agua: 24 °C, pH 7.0.

Phormidium animale (Agardh ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 404. 1988. *Oscillatoria animalis* Agardh ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 227. 1892. *Oscillatoria animalis* C. Agardh, Flora 10: 632. 1827. TIPO: REPÚBLICA CHECA. Karlovy Vary: "aqua thermalis" (Localidad no explícita).

Filamentos rectos, 3.2-4.5 µm diámetro, ápice gradualmente atenuado, verde azules; septos delgados, sin constricciones ni gránulos. **Células** 1.0-4.1 µm largo, relación largo/diámetro 0.2-1.3 veces, contenido celular granuloso con gránulos pequeños escasos y dispersos; la apical marcadamente atenuada, puntiaguda y ligeramente curvada, sin caliptra (Grupo II). Fig. 47.

Distribución. Probablemente cosmopolita, frecuente en las zonas tropicales y templadas. En México se ha registrado en los estados de Oaxaca, Puebla y Sonora.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca. La velocidad de la corriente es variable, como el cauce (2.0-3.0 m ancho), charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1010); *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 1049). **PUEBLA: Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

Hábitat. Principalmente terrestre, suelos húmedos, aguas corrientes, dulces y salobres. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica, epipsámica y epipélica formando tapetes, espumas, películas filamentosas y películas compactas en ambientes mixtos, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6, salinidad 5 UPS.

Phormidium autumnale Agardh ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 187. 1892. *Phormidium autumnale* (Agardh) Trevisan, Alg. Udin. 20. 1844. *Oscillatoria autumnalis* Agardh, Disp. Alg.: 4: 36. 1812. *Lyngbya autumnalis* (Agardh ex Gomont) Senna, Taxon 32: 467. 1983. TIPO: "in nuda terra autumno" (Localidad no explícita).

Tricomas marcadamente atenuados hacia el ápice. **Filamentos** muy entremezclados formando fieltros, flexuosos, ceritomizados, 4.6-7.4 µm diámetro, ápice recto o ligeramente atenuado y curvo, verde azul brillante; septos delgados, constreñidos o ligeramente constreñidos, con gránulos grandes en una hilera, aerotopos ausentes; vaina difluente, incolora. **Células** 2.4-7.4 µm largo, relación largo/diámetro = 0.3-1.1 veces, contenido celular de gránulos

pequeños, abundantes y dispersos; la apical subcapitada, redondeada, caliptra presente, zona meristemática evidente, con división progresiva en las células, (Grupo VII). Fig. 48.

Discusión. Generalmente convive con bacterias epífitas.

Distribución. Cosmopolita. En México ha sido registrada en los estados de Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí y Yucatán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 946), (FCME-PAP 948), (FCME-PAP 949), (FCME-PAP 950). **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 911); *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 912).

Hábitat. Crece como perifítica en sustratos sumergidos, en aguas corrientes, suelo, rocas costeras, aguas termales, etc. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica formando céspedes filamentosos, costras, películas filamentosas y películas compactas en canales y en suelo seco, temperatura del agua: 18-26 °C, pH 6.5-7.0.

Phormidium chlorinum (Kützing ex Gomont) Umezaki & M. Watanabe, Jap. J. Phycol. 42: 194. 1994. *Oscillatoria chlorina* Kützing ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot. 16: 223. 1892. *Oscillatoria ('Oscillaria') chlorina* Kützing, Phyc. gen. 185. 1843. TIPO: ALEMANIA. Halle, cerca de Bennstädt.

Talos formando películas filamentosas delgadas, verde azul pálido a ligeramente amarillentos; **filamentos** solitarios, **tricomas** rectos, (2.5-) 2.9-5.3 µm diámetro, ápice no atenuado, recto o ligeramente curvo; septos gruesos y translúcidos, sin constricciones ni gránulos; vaina ausente. **Células** cilíndricas, 2.0-3.1 y 4.5-7.2 µm largo, relación largo/diámetro = 0.8-2.5 veces, contenido celular con gránulos pequeños, escasos y dispersos, cromatoplasma reticulado; la apical redondeada y ligeramente curva, caliptra ausente, sin engrosamiento de la pared externa; vaina inconspicua, sin necridios (Grupo V). Fig. 49.

Distribución. Probablemente cosmopolita. En México ha sido registrada en los estados de Hidalgo, Oaxaca, Puebla y Sonora.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Altepexi: El Humilladero, 3 km antes de Ajalpan, carretera Tehuacán-Oaxaca, canal sobre una meseta, sustrato lodoso, aguas turbias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 265). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 1), (FCME-PAP 2), (FCME-PAP 4), (FCME-PAP 5), (FCME-PAP 7), (FCME-PAP 9); *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 303). **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, río con corriente que proviene de San Agustín, de 2.5 m de ancho, corriente rápida, sustrato rocoso, aguas claras, no turbias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 926), (FCME-PAP 927), (FCME-PAP 930), (FCME-PAP 931).

Hábitat. Crece como bentónica sobre lodos ricos en materia orgánica. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica, epilítica, epipélica y epipsámica formando natas, céspedes filamentosos, plancton, perifiton, películas filamentosas y costras en charcos, canales, ambientes mixtos y ríos, temperatura del agua: 25-37 °C, pH del agua 6.5-8.0, pH del lodo 9.0.

Phormidium corium Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot. 16: 172. 1892. *Oscillatoria corium* Agardh, Disp. alg.: 36. 1812. *Lyngbya corium* (C.Agardh) Cooke, Brit. Fresh-w. Alg. 261. 1884. *Lyngbya paulistana* Senna, Taxon 32: 467. 1983 (*nom. superfl.*) TIPO: "Ad saxa in rivulis turfosis, ut ad Ramshyttan Nericiae" (Localidad no explícita).

Talos formando fieltros compactos. **Filamentos** flexuosos, muy entremezclados con otras cianofíceas, 4.5-4.6 µm diámetro, ápice recto, verde azul brillantes; septos no constreñidos, sin gránulos; sin aerotopos; vaina delgada, difluente. **Células** 4.3-5.9 µm largo, relación largo/diámetro = 1-1.3 veces, contenido celular granuloso; la apical puntiaguda, sin caliptra, ni engrosamientos de la pared externa; división dispersa en el tricoma (Grupo V). Fig. 50.

Distribución. Cosmopolita. En México ha sido registrada en los estados de Puebla y Veracruz.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tepanco de López: Granja porcina, alfalfar junto a la granja, aspersores de 20 cm de diámetro en el cultivo, bañados por una fuga que forma una película de agua; la altura de los aspersores es de 40 cm, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 904), (FCME-PAP 905), (FCME-PAP 907), (FCME-PAP 908), (FCME-PAP 909), (FCME-PAP 910).

Hábitat. Crece como perifítica, epilítica y epífita en aguas corrientes y estancadas, también en suelos húmedos y condiciones subaéreas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita y epilítica formando películas filamentosas, costras y céspedes filamentosos en aspersores (condiciones subaéreas), temperatura del agua: 20-21 °C, pH 6.5-7.0.

Phormidium diguetii (Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 408. 1988. *Lyngbya diguetii* Gomont, Hariot. J. Bot. (Paris) 9: 169. 1895. TIPO: MÉXICO. Baja California: Santa Gertrudis.

Talos formando películas delgadas en agrupaciones poco densas; **tricomas** entremezclados, largos, flexuosos, 2.0-2.2 µm diámetro, ápice recto, no atenuado, azul verde intenso; septos translúcidos, no constreñidos, sin gránulos; vaina firme delgada, incolora a ligeramente púrpura. **Células** ligeramente isodiamétricas, 1.9-2.1 µm largo, relación largo/diámetro = 0.9-1 veces, contenido celular con granulaciones escasas y dispersas; las apicales redondeadas a ligeramente puntiagudas, caliptra ausente, con engrosamientos de la pared externa (Grupo V). Fig. 51.

Distribución. Probablemente cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de Baja California, México, Morelos y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Coxcatlán: Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1050), (FCME-PAP 1051). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

Hábitat. Crece como epífita sobre otras algas o bentónica, en aguas estancadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica formando parte de tapetes y películas filamentosas en ambientes mixtos y ríos y en suelo seco, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6.

Phormidium formosum (Bory de Saint-Vicent ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 405. 1988. *Oscillatoria formosa* Bory de Saint-Vicent ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 230. 1892 (Tipo no localizado).

Oscillatoria mougeotii Bory de Saint-Vicent, Dict. Class. Hist. Nat. 12: 473. 1827. TIPO: FRANCIA. Vosges.

Filamentos rectos, 3.1-4.4 µm diámetro, ápice abruptamente atenuado, verde azul pálido; septos delgados, ligeramente constreñidos, con o sin granulaciones. **Células** 1.9-5.1 µm largo, relación largo/diámetro 0.5-1.7 veces, contenido celular hialino a inconspicuamente granulado; la apical ligeramente atenuada, puntiaguda y ligeramente curvada, caliptra ausente (Grupo III). Fig. 52.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de México, Jalisco, Oaxaca, Puebla y Sonora.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 227). **PUEBLA: Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 9).

Hábitat. Crece como perifítica y bentónica en aguas estancadas, en aguas salinas y dulces. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipélica y planctónica formando perifiton y natas en arroyos y canales, temperatura del agua: 25-27 °C, pH 6.0-7.5.

Phormidium hamelii (Frémy) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 405. 1988. *Oscillatoria hamellii* Frémy, Arch. Bot. Mém. 3(2): 218, fig. 187. 1930. TIPO: GABON. En agua estancada.

Talos formando películas delgadas o en agrupaciones poco densas verde oscuro, **tricomas** rectos, 5.3-5.4 µm diámetro, ápice recto; septos delgados, ligeramente constreñidos, sin gránulos; vaina inconspicua. **Células** 4.2-5.1 µm largo, relación largo/diámetro = 0.8-1.0 veces, contenido celular granuloso, gránulos pequeños, escasos y dispersos; la apical redondeada, caliptra ausente, engrosamientos de la pared externa ocasionales (Grupo V). Fig. 53.

Distribución. Probablemente pantropical. En México se ha registrado en los estados de Hidalgo y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 937), (FCME-PAP 938), (FCME-PAP 939).

Hábitat. Principalmente litoral y metafítica en aguas estancadas, arrozales. En Tehuacán-Cuicatlán crece como metafítica y epilítica formando natas y películas filamentosas en estanques artificiales, temperatura del agua: 26 °C, pH 6.5.

Phormidium irrigum (Kützing ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 405. 1988. *Oscillatoria irrigua* Kützing ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 218. 1892. *Oscillatoria irrigua* Kützing. Phyc. gen. 189. 1843. TIPO: SUIZA. Berna.

Tricomas solitarios, largos o formando películas pardo verdosas, flexuosos o rectos, (4.7-) 6.1-11.2 µm diámetro ápice recto, verde azul amarillento, vaina inconspicua; septos delgados, curvos y rectos, translúcidos, no constreñidos, con gránulos, sin aerotopos. **Células** (1.5-)1.9-3.1(-6.4) µm largo, relación largo/diámetro = 0.2-1.1 veces; contenido celular granuloso, gránulos pequeños, escasos y dispersos; la apical redondeada, caliptra delgada, con una zona de crecimiento lento y división rápida, necridios presentes (Grupo VIII). Fig. 54.

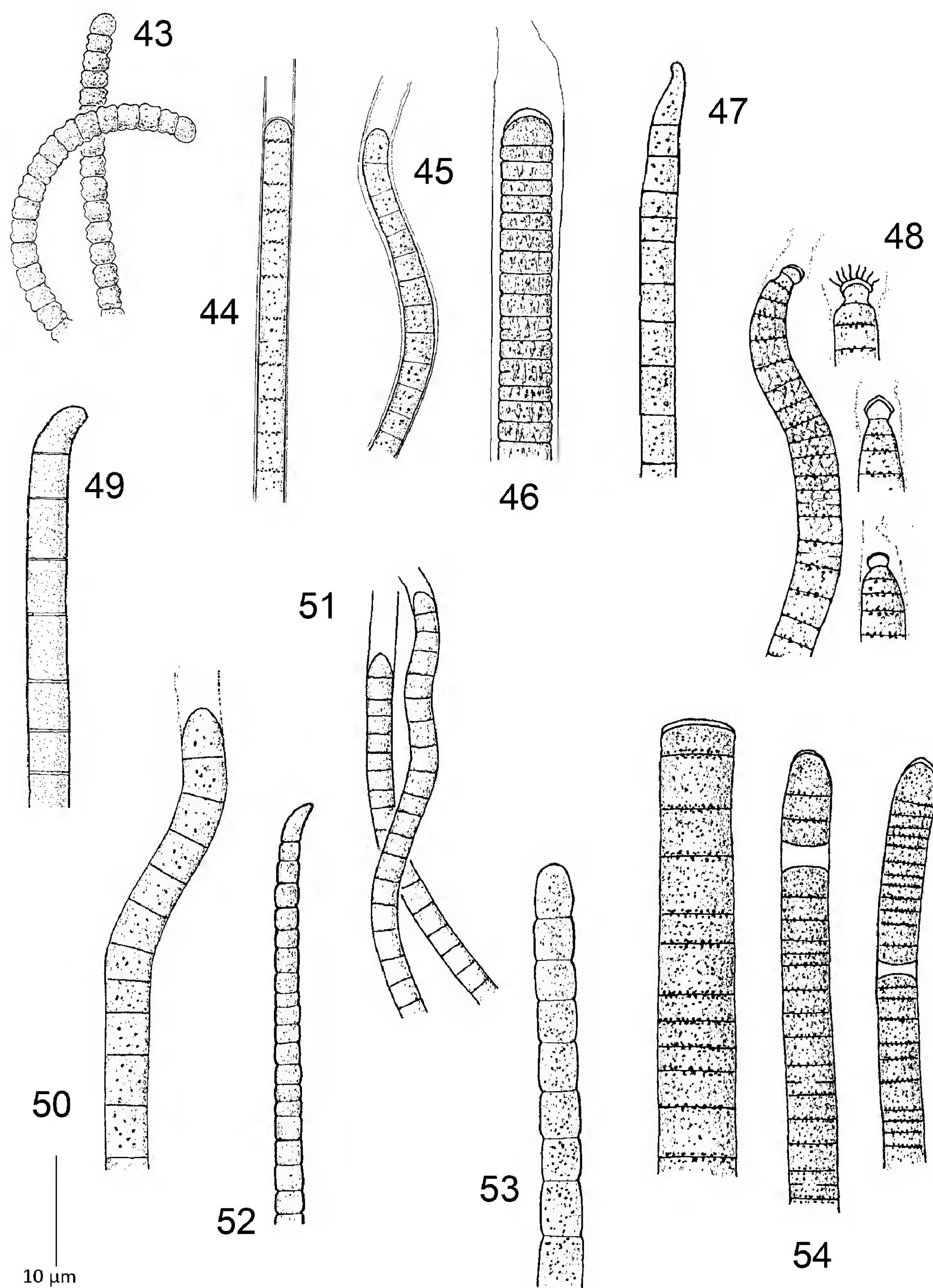
Distribución. África, América, Asia, Europa y Oceanía. En México se ha registrado en los estados de Hidalgo y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Altepexi: El Humilladero, 3 km antes de Ajalpan, carretera Tehuacán-Oaxaca, canal sobre una meseta, sustrato lodoso, aguas turbias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 265).**Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas obscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

Hábitat. Crece en aguas estancadas y corrientes, en rocas húmedas como perifítica o edáfica. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica y planctónica formando natas y céspedes filamentosos en ambientes mixtos, lagos y canales, temperatura del agua: 21-37 °C, pH del agua 6.0-8.6, pH del lodo 9.0.

Phormidium papyraceum Gomont ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 173. 1892. *Oscillatoria papyracea* C. Agardh, Syst. Alg. 61. 1824. *Lyngbya papyracea* (Gomont) Senna, Taxon 32: 467. 1983. TIPO: "In tignamentis molarum aqua semper suffusis" (Localidad no explícita).

Tricomas muy largos, rectos, 5.4 µm diámetro, ápice recto, no atenuado, vaina delgada, difluente; septos ligeramente constreñidos, sin gránulos. **Células** más anchas que largas o isodiamétricas, 3.7-5.4 µm largo, relación largo/diámetro = 0.6-1 veces, con pared gruesa y granulaciones dispersas; la apical



Figs. 43-54. Cyanoprokaryota. Oscillatoriales. 43. *Komvophoron minutum*. 44. *Phormidium aerugineo-coeruleum*. 45. *P. allorgei*. 46. *P. ambiguum*. 47. *P. animale*. 48. *P. autumnale*. 49. *P. chlorinum*. 50. *P. corium*. 51. *P. diguetii*. 52. *P. formosum*. 53. *P. hamelii*. 54. *P. irrigum*.

puntiaguda, sin caliptra ni engrosamientos de la pared celular externa (Grupo IV). Fig. 55.

Distribución. Cosmopolita. En México sólo se ha registrado en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tepanco de López: Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 915), (FCME-PAP 916).

Hábitat. Crece como subaerofítica o en rocas húmedas, en aguas corrientes y estancadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita y epilítica formando costras en estanques artificiales, temperatura del agua: 18 °C, pH 7.0.

Phormidium puteale (Montagne ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 408. 1988. *Lyngbya putealis* Montagne ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 143. 1892. *Lyngbya putealis* Montagne, Ann. Sci. Nat. Bot. II, 13: 200. 1840. TIPO: GUYANA. Leprieur 352: “in puteis urbis Cayennae”.

Talos 7.3-8.2 µm diámetro, cespitosos o formando películas, filamentos 8.0-8.3 µm diámetro, verde azul pálido, rectos, en una vaina firme y delgada, ápices rectos, septos constreñidos, granulados. **Células** rectangulares, (4.6-) 7.5-16.0 µm, relación largo/diámetro = 1-2 veces, con granulaciones pequeñas, dispersas y otras grandes conspicuas; la apical redondeada a puntiaguda, sin caliptra, ocasionalmente con engrosamiento de la pared externa (Grupo V). Fig. 56.

Distribución. Amplia, según Komárek y Anagnostidis (2005) los registros de las zonas tropicales deben ser revisados. En México se ha registrado en Morelos, Puebla y Veracruz.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario. Muestras de suelo seco, *Novelo s.n.* (FCME-PAP AA1).

Hábitat. Crece como perifítica sobre piedras, en orillas de cuerpos de agua. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica formando películas filamentosas en cultivos de suelo seco.

Phormidium simplicissimum (Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 406. 1988. *Oscillatoria simplicissima* Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 219-220, pl. 7: fig. 1. 1892. TIPO: AUSTRIA. Salzburgo.

Talos formando películas delgadas o en agrupaciones poco densas; **tricomas** rectos o curvos, flexuosos, 8.0-8.3 µm diámetro, ápice no atenuado, verde azul pálido; septos delgados, no constreñidos, sin gránulos; vaina insconpicua. **Células** 2.3-2.7 µm largo; relación largo/diámetro = 0.3 veces, contenido celular poco granuloso, gránulos pequeños, escasos y dispersos, sin aerotopos; la apical redondeada, sin caliptra, ni engrosamientos de la pared externa (Grupo V). Fig. 57.

Distribución. África, América, Asia, Europa y Oceanía. En México se ha registrado sólo en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: Tehuacán, represa de aguas negras, aguas muy oscuras, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 295).

Hábitat. Crece como perifítica en aguas corrientes y estancadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica formando parte de céspedes filamentosos en represas, temperatura del agua 31 °C, pH 6.5.

Phormidium tergestinum (Kützing ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 406. 1988. *Lyngbya phormidium* Kützing, Bot. Zeit. 5 (11) 180. 1847. *Oscillatoria tergestina* Kützing, Alg. Aq. Dec. 13: 3. 1836. *Oscillatoria tenuis* Agardh ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot. 16: 220, pl. 7: figs. 2, 3. 1892. *Oscillatoria tenuis* Agardh, Alg. Dec. 2: 25. 1813. *Oscillatoria tenuis* Agardh ex Gomont var. *tergestina* Rabenhorst ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot. 16: 221. 1892. *Phormidium tenue* (Agardh ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 406. 1988. TIPO: ITALIA. Trieste: "in aqua stagnante al monte spaccato ad Tergestum", *Martens,* 1835.

Talos formando películas delgadas o en agrupaciones poco densas, firmes, verde azul o verde grisáceo; **tricomas** rectos 3.9-6.6 µm diámetro, ápice no atenuado, recto; septos delgados, ligeramente constriñidos, con granulaciones, gránulos pequeños en hilera una de cada lado, escasos a abundantes. **Células** (1.9-)2.6-7.2(-8) µm largo, relación largo/diámetro = 0.4-1.8 veces, contenido celular granular, gránulos pequeños, escasos y dispersos; la apical redondeada, sin caliptra, con engrosamiento en la pared externa (Grupo V). Fig. 58.

Discusión. Especie difícil de circunscribir adecuadamente por la gran cantidad de interpretaciones sobre la morfología. Komárek y Anagnostidis (2005) incluyen bajo este nombre otras especies descritas por Hansgirg en 1892 en Bohemia, pero no consignadas en Silva (2011).

Distribución. Probablemente cosmopolita. En México se ha registrado en el Distrito Federal y los estados de Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Sonora y Veracruz.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: carretera Santa María Tecomavaca-Tehuacán, arroyo antes del camino a San Martín Toxpalan, km 132, arroyo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 226). **PUEBLA: Mpio. Coxcatlán:** Zicastla, a 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1051). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183). **Mpio. Tehuacán:** Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 933). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

Hábitat. Crece como bentónica, sobre lodo y otros substratos húmedos en aguas estancadas y corrientes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica,

epipélica y planctónica formando tapetes, películas filamentosas y céspedes filamentosos en ambientes mixtos, ríos, arroyos y estanques artificiales, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6.

Phormidium tinctorium Kützing ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot. 16: 162. 1892. *Phormidium tinctorium* Kützing, Tab. Phyc. 1: 35, tab. 49. fig. 3. 1845-1849. *Lyngbya tinctoria* (Kützing) Kirchner, Jahresh. Ver. Vaterk. Naturk. Würtemberg 36: 197. 1880. TIPO: FRANCIA. Falaise, *De Brébisson 493*.

Talos verde azul oscuro, formando céspedes (mechones erectos), **tricomas** rectos, 7.4-7.9 µm diámetro, ápice no atenuado; septos constreñidos no granulados; **vaina** difluente. **Células** 8.7-10.5 µm largo, relación largo/diámetro = 1-1.5 veces; la apical puntiaguda, sin caliptra ni engrosamiento de la pared externa (Grupo IV). Fig. 59.

Distribución. América y Europa. En México se ha registrado en los estados de Chiapas, Puebla y San Luis Potosí.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 933).

Hábitat. Crece como bentónica, principalmente en sustratos pétreos de aguas corrientes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como metafítica o flotante formando céspedes filamentosos en estanques artificiales, temperatura del agua: 26 °C, pH 6.5.

Phormidium willei (Gardner) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 406. 1988. *Oscillatoria willei* Gardner, Mem. N.Y. Bot. Gard. 7: 36, pl. 7: fig. 67. 1927. TIPO: PUERTO RICO. Río Piedras, *Wille 169* (NY).

Talos verde amarillentos, formando películas delgadas, **tricomas** en agrupaciones densas, rectos a curvos, 2.6-2.9 µm diámetro, ápice no atenuado; septos delgados, no constreñidos, sin gránulos, vaina ausente. **Células** 2.5-2.8 µm largo, relación largo/diámetro = 0.9-1.1 veces; la apical redondeada; contenido celular con gránulos abundantes, aerotopos ausentes; caliptra ausente, ocasionalmente con engrosamientos en la pared celular externa (Grupo V). Fig. 60.

Distribución. África, América, Asia y Europa, probablemente pantropical. En México sólo se ha registrado en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 989).

Hábitat. Crece en aguas corrientes y estancadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipélica formando películas filamentosas en ríos, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6.

2. *PLANKTOTHRIX* K. Anagnostidis & J. Komárek

2. ***PLANKTOTHRIX*** K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 414. 1988.

Bibliografía. Komárek, J. & J. Komárková. 2004. Taxonomic review of the cyanoprokaryotic genera *Planktothrix* and *Planktothricoides*. *Czech Phycol.* 4: 1-18.

Filamentos solitarios que regularmente no forman agregados, cuando son crecimientos masivos, se desintegran en pequeños grupos; rectos o ligeramente ondulados, isopolares; **vaina** inconspicua, en algunas especies es facultativa en condiciones desfavorables, cuando presente muy delgada, incolora, con ápice abierto; los tricomas formados por células cilíndricas, septos ligeramente constreñidos, ocasionalmente el ápice con un ligero adelgazamiento. **Células** más cortas que anchas hasta isodiamétricas, rara vez más largas que anchas, generalmente con aerotopos, pero no en todas las células del tricoma; la apical redondeada o puntiaguda, con engrosamiento de la pared celular o caliptra. **División celular**, ocurre hasta que la célula alcanza su tamaño original, zonas meristemáticas no bien definidas, irregulares; multiplicación por hormogonios con presencia de necridios.

Diversidad. Género con cerca de 26 especies en el mundo, en México y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán se ha registrado sólo una especie.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

Planktothrix agardhii (Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 416. 1988. *Oscillatoria agardhii* Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 205. 1892. TIPO: SUECIA. Lund, *Agardh;* FRANCIA: Croisic, *Flahault*.

Filamentos rectos o ligeramente curvos, 4.6-10.9 µm diámetro, verde azules. **Células** 2.0-8.2 µm largo, relación largo/diámetro = 0.333-1.152 veces más anchas que largas, contenido granuloso, gránulos pequeños, escasos y dispersos; septos delgados, con gránulos grandes en hilera, una a cada lado, sin constricciones, con aerotopos, ápice recto a ligeramente atenuado; la apical redondeada a puntiaguda, caliptra delgada pero evidente. Fig. 61.

Distribución. América y Asia, registrada en las zonas templadas, sólo algunos registros de la zona tropical. En México se ha registrado de los estados de Hidalgo, México, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Altepexi: El Humilladero, 3 km antes de Ajalpan, carretera Tehuacán-Oaxaca, canal sobre una meseta, sustrato lodoso, aguas turbias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 266), (FCME-PAP 1054). **Mpio. Coxcatlán:** Zicastla, a 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1050). **Mpio. San Sebastián Zinancatepec:** San Sebastián Zinancatepec, cerca de Calipan, canal que cruza la carretera de norte a sur, el caudal es pobre pero se llega a formar una corriente

constante, además, un canal sin agua, pero húmedo, paralelo a la carretera, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1032). **Mpio. Tecamachalco:** Tecamachalco, calle 11 sur del poblado, canal que proviene de Valsequillo de aproximadamente 25.0 m de ancho, paredes de concreto, fondo cubierto de basura y sedimentos con algunas plantas dispersas, suelo húmedo con crecimientos poco visibles, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 901). **Mpio. Tehuacán:** Ex Hda. Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 277). San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 302); *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 303); *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 943). **Mpio. Tepanco de López:** Cacaloapan. Carretera Puebla-Tehuacán, charco a la orilla de la carretera en la parada de autobús Tehuizuapan, aproximadamente de 5.0 x 7.0 m, con sustrato lodoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 283); Granja porcina, alfalfar junto a la granja, aspersores de 20 cm de diámetro en el cultivo, bañados por una fuga que forma una película de agua; la altura de los aspersores es de 40.0 cm, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 902), (FCME-PAP 903), (FCME-PAP 904), (FCME-PAP 905), (FCME-PAP 907), (FCME-PAP 908), (FCME-PAP 910); Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 919), (FCME-PAP 922). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas oscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183), (FCME-PAP 184), (FCME-PAP 192).

Hábitat. Crece como planctónica en lagos, estaques, charcos, en ocasiones forma florecimientos algales. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica, planctónica, epipsámica, epífita, epipélica y epilítica formando parte de películas filamentosas, tapetes, natas, perifiton, películas compactas, céspedes filamentosos, espumas, plancton y costras en ríos, canales, lago, charcos, ambientes mixtos y estanques artificiales, temperatura del agua: 18-37 °C, pH del agua 6.0-8.0, pH del lodo 9.0, salinidad 2 UPS.

3. *PORPHYROSIPHON* Kützing ex Gomont

3. ***PORPHYROSIPHON*** Kützing ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 15: 292. 1892.

Filamentos generalmente no ramificados, ligeramente enrollados, solitarios o en agrupaciones microscópicas hasta matas compactas, con vaina lamelada, firme, gruesa, tubular, incolora o amarillo-pardusca, rojiza, con ápice abierto, unida a los tricomas o ligeramente distante de ellos, con un tricoma, rara vez dos paralelos, con frecuencia la vaina se amplía y se curva después de la liberación de los hormogonios; **tricomas** isopolares, cilíndricos, 6.0-20.0 µm diámetro, septos con o sin constricciones, inmóviles. **Células** isodiamétricas o ligeramente más largas o cortas que anchas, a veces con contenido granuloso o gránulos prominentes, sin aerotopos; las apicales ampliamente redondeadas

con la pared externa engrosada. **División celular** perpendicular al eje del tricoma, las células hijas crecen más o menos hasta su talla original antes de la siguiente división, todas las células son capaces de dividirse, excepto las apicales; multiplicación por medio de hormogonios largos que se separan de los tricomas por necridios.

Diversidad. Género con 30 especies, 3 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, distribución restringida a nivel de especie.

Porphyrosiphon martensianus (Meneghini ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 409. 1988. *Lyngbya martensiana* Meneghini ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 145. 1892. *Lyngbya martensiana* Meneghini, Comentarii di Medicina del dott. G.F. Spongia 4: 330. 1837. TIPO: ITALIA. Padova: Manatiales termales Euganeos.

Talos formando crecimientos densos; filamentos verde azul pálido, flexuosos, con vaina lamelada, hialina, incolora, gruesa, de margen ondulado; tricoma 8.9-9.2 µm diámetro, con ápice no atenuado, ni constreñido en los septos. **Células** 3.1-3.3 µm largo, relación largo/diámetro = 2-4 veces más anchas que largas, contenido granuloso fino, septos muy delgados, evidentes por la concentración de gránulos cercanos; la apical redondeada, pared externa sin engrosamiento. Fig. 62.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en el Distrito Federal y los estados de México, Morelos, Oaxaca, Puebla y San Luis Potosí.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca. La velocidad de la corriente es variable, como el cauce (2.0-3.0 m de ancho), charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1049). **PUEBLA: Mpio. Coxcatlán:** Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1051). **Mpio. Tehuacán:** Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 933).

Hábitat. Crece como metafítica y perifítica en aguas corrientes y estancadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica, epipélica y planctónica formando películas filamentosas y céspedes filamentosos en ambientes mixtos, ríos y estanques artificiales, temperatura del agua 26-27 °C, pH 6.0-7.6, salinidad 5 UPS.

4. *PSEUDOPHORMIDIUM* (Forti) K. Anagnostidis & J. Komárek

4. ***PSEUDOPHORMIDIUM*** (Forti) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 409. 1988.

Filamentos solitarios unidos en agrupaciones microscópicas o estratos macroscópicos, vaina firme e irregular, tubular e incolora, con abundantes

ramificaciones falsas, a veces con dos tricomas paralelos por vaina; **tricomas** uniseriados, isopolares, cilíndricos, cortos, curvados, 1.0-18.0 µm diámetro, irregularmente enrollados, septos constreñidos o no, ápice no atenuado o ligeramente, inmóviles. **Células** en forma de barril o cilíndricas, isodiamétricas o ligeramente más largas o cortas que anchas, sin aerotopos, irregularmente granuladas o con algunos gránulos prominentes; verde azules, verde grisáceo o rosadas; las apicales redondeadas o puntiagudo-redondeadas, pared externa ocasionalmente engrosada. **División celular**, las células hijas crecen más o menos hasta su talla original antes de la siguiente división, todas las células son capaces de dividirse, zonas meristemáticas bien definidas; multiplicación por fragmentación del tricoma, hormogonios u hormocitos con presencia de necridios.

Diversidad. Género con 30 especies, sólo una especie en México y el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

Pseudophormidium tenue (Thuret ex Gomont) K. Anagnostidis & J. Komárek, Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 50-53: 410. 1988. *Plectonema tenue* Thuret ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 15: 101. 1892. *Plectonema tenue* Thuret, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 6, 1: 380. TIPO: FRANCIA. Antibes.

Filamentos con ramificaciones falsas abundantes, geminadas y de ápice atenuado; **vaina** lamelada, delgada, incolora en las partes jóvenes y amarillenta en las viejas. **Células** cuadradas, 7.4-9.0 µm largo, 7.6-9.4 µm diámetro, contenido celular granuloso, ceritomizado; la apical hemisférica. Fig. 63.

Distribución. América y Europa. En México sólo se ha registrado para los estados de México y Puebla.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Santiago Mihuatlán: Cerro Tlacoyunque. A un km de la estación ferroviaria. Matorral xerófilo, con suelo de hasta 30.0 cm de profundidad. Muestras de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP BF1.4).

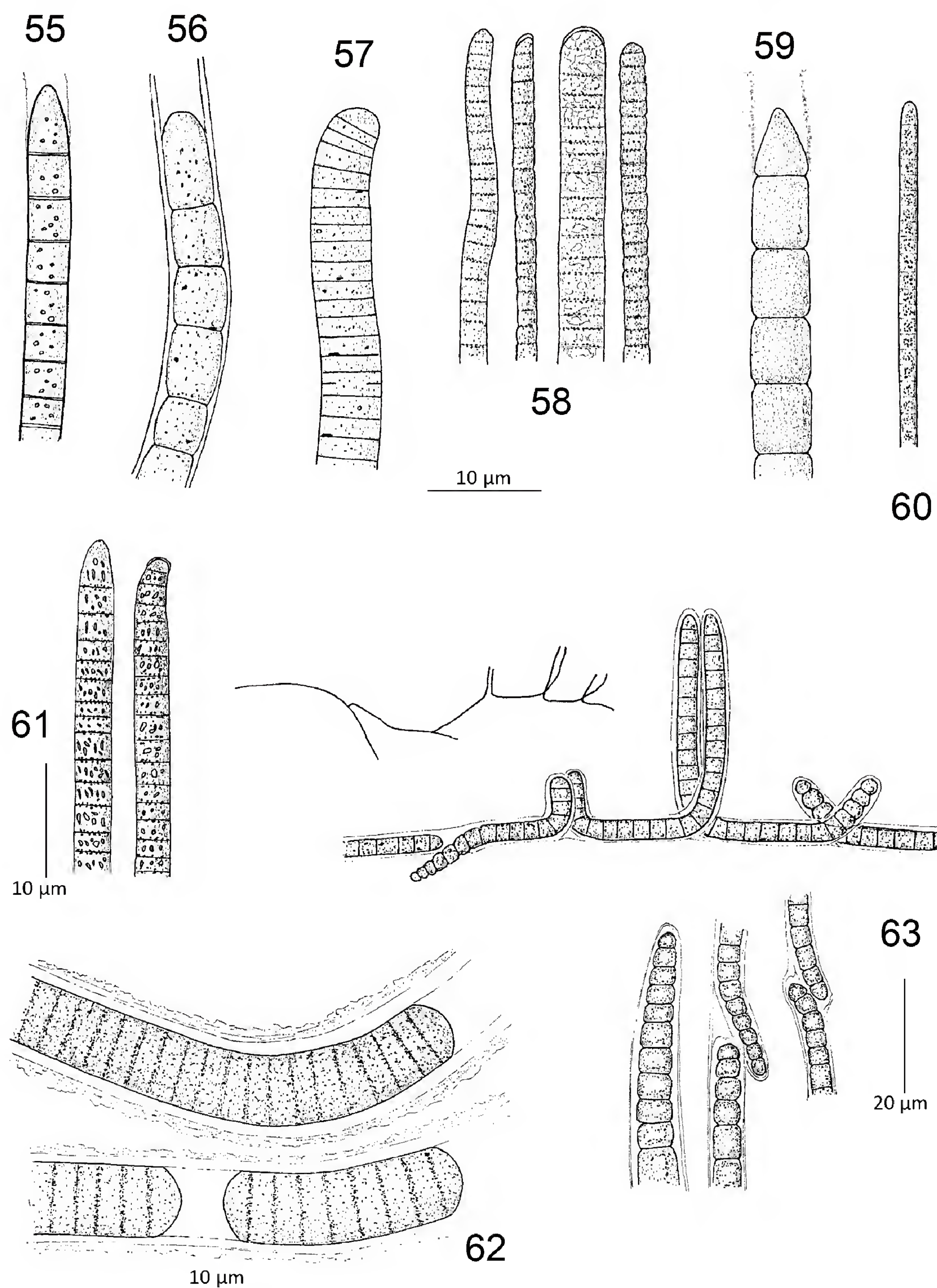
Hábitat. Crece como subaerofítica en suelos, epilítica en aguas corrientes y sobre musgos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica formando películas compactas en suelo seco.

MICROCOLEOIDEAE Kützing

Matas (céspedes) mucilaginosas o películas, sobre el sustrato; varios tricomas cilíndricos en una vaina abierta, móviles; **filamentos** casi isopolares, rara vez heteropolares; hormogonios móviles.

Diversidad. La subfamilia está compuesta por 6 géneros y 118 especies. En México se han registrado 2 géneros con 14 especies, 4 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.



Figs. 55-63. Cyanoprokaryota. Oscillatoriales. 55. *Phormidium papyraceum*. 56. *P. puteale*. 57. *P. simplicissimum*. 58. *P. tergestinum*. 59. *P. tinctorium*. 60. *Phormidium willei*. 61. *Planktothrix agardhii*. 62. *Porphyrosiphon martensianus*. 63. *Pseudophormidium tenue*.

1. *MICROCOLEUS* Desmazières ex Gomont

1. *MICROCOLEUS* Desmazières ex Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7, 15: 350. 1892.

Bibliografía. Dor, I. & A. Danin. 2001. Life strategies of *Microcoleus vaginatus*: a crust-forming cyanophyte on desert-soils. *In:* J. Elster, J. Seckbach, W.F. Vincent & O. Lhotsk (eds.), *Algae and extreme environments. Ecology and physiology*, p.p. 317-359. J. Cramer, Berlin-Stuttgart. F. Garcia-Pichel, L. Prufer-Bebout & G. Muyzer. 1996. Phenotypic and phylogentic analyses show *Microcoleus chtonoplastes* to be a cosmopolitan cyanobacterium. *Appl. Environ. Microbiol.* 62: 3284-3291.

Filamentos en películas delgadas o matas; **vaina** incolora, fina, difluente y homogénea; **tricomas** pocos a numerosos, cilíndricos, con ápice recto, generalmente adelgazados, están densamente arreglados, se disponen paralela o irregularmente dentro de los filamentos, filamentos simples no ramificados. **Células** isodiamétricas, rara vez más cortas o largas que anchas; las apicales puntiagudas, rara vez con caliptra. **División celular** transversal, las células hijas crecen hasta su talla original antes de la siguiente división; multiplicación por hormogonios, fragmentación por la presencia de necridios.

Diversidad. Género con 34 especies, 12 en México, 4 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Talos postrados
  2. Filamentos no ramificados en el ápice, tricomas ligeramente constreñidos ..... *M. paludosus*
  2. Filamentos ramificados en el ápice, tricomas constreñidos ..... *M. vaginatus*
1. Talos erectos
  3. Células cilíndricas ..... *M. lacustris*
  3. Células dolioliformes a trapezoidales ..... *M. subtorulosus*

Microcoleus lacustris (Rabenhorst) Farlow ex Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7, 15: 359. 1892. *Chthonoblastus lacustris* Rabenhorst, Kryptogamen-Flora Sachsen. 82. 1863. *Microcoleus lacustris* Farlow, Algae Excs. Amer.bor. No. 227 bis. 1877. TIPO: ESTADOS UNIDOS. Massachusetts, cerca de Newton.

Microcoleus brasiliensis Borge, Ark. Bot. 19(7): 4, pl. 1 fig. 30. 1925. TIPO: BRASIL. S. Luiz de Cáceres.

Talos erectos, filamentos con ápice muy ramificado, verde azul intenso; **vaina** común firme, azul pálido, casi transparente a sepia en las partes más viejas; tricomas azul verde, ligeramente constreñidos, casi paralelos entre sí. **Células** cilíndricas, 5.5-6.0 µm largo, 4.5-5.0 µm diámetro, contenido granu-

lar disperso, no en los septos; la apical redondeada a puntiaguda y alargada. Fig. 64.

Distribución. África, América, Asia y Europa. En México se ha registrado en los estados de Morelos y Puebla.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario. Muestras de suelo seco, *Novelo s.n.* (FCME-PAP A1).

Hábitat. Crece como bentónica en los litorales de aguas estancadas y corrientes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica formando céspedes filamentosos en cultivos de suelo seco.

Microcoleus paludosus (Kützing) Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7, 15: 358. 1892. *Chthonoblastus paludosus* Kützing, Sp. Alg. 261. 1849. TIPO: "In palidibus ad oram adriaticam venetam inter Lyngbyam italicam".

Talos postrados, filamentos no ramificados en el ápice; **vaina** común firme e incolora, no lamelada; **tricomas** enrollados entre sí, con septos ligeramente constreñidos. **Células** generalmente tan largas como anchas, 3.0-7.0 µm largo, 5.6-6.0 µm diámetro, contenido celular hialino; la apical es redondeada, pared externa sin engrosamiento. Fig. 65.

Distribución. América y Europa, en la zona templada. Según Komárek y Anagnostidis (2005) los registros de las zonas tropical y subtropical deben ser revisados. En México se ha registrado en los estados de Baja California, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Sonora, Quintana Roo y Yucatán.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Tepanco de López: Tepanco, canal que cruza la carretera cerca de Tepanco, ramal del Canal que conecta al Valle de Tehuacán con la presa de Valsequillo, el agua que mantiene es de lluvia, el canal tiene poca agua, lodos con natas ligeramente verdes, tiene unos 5.0 m de ancho, agua muy turbia con un sustrato lodoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 282).

Hábitat. Crece en aguas estancadas, rocas húmedas, suelos y márgenes de lagos. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipélica formando parte de crecimientos hemisféricos en canales, temperatura del agua 32 °C, pH 6.0.

Microcoleus subtorulosus (Brébisson) Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7, 15: 360. 1892. *Phormidium subtorulosum* Brébisson, Tab. Phyc. I,: 35, tab. 49, fig. V. 1845-1849. TIPO: FRANCIA. "An Steinen in Bächen bei Falaise: *De Brébisson!*".

Talos erectos, filamentos no atenuados, ápice muy ramificados; **vaina** común firme, abierta abruptamente en los extremos; **tricomas** flexuosos, paralelos, con septos ligeramente constreñidos. **Células** en pares, de apariencia dolioliforme, algunas trapezoidales y otras cilíndricas, un poco más largas que anchas, 5.6-8.0 µm largo, 7.0-7.2 µm diámetro, contenido celular con gránulos dispersos, ausentes en los septos; las células apicales puntiagudas o cilíndrico-pintiagudas. Fig. 66.

Distribución. Cosmopolita. En México ha sido registrada en los estados de Puebla y San Luis Potosí.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Zapotitlán: Cerro El Calvario. Muestras de suelo seco, *Novelo s.n.* (FCME-PAP A1 m/H).

Hábitat. Crece en aguas corrientes y estancadas, sobre lodo, paredes, rocas y plantas sumergidas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica formando céspedes filamentosos en cultivos de suelo seco.

Microcoleus vaginatus (Vaucher) Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7, 15: 355. 1892. *Oscillatoria vaginata* Vaucher, Hist. Conf. Eau Douce: 200-201, pl. XV: fig. 13. 1803. TIPO: SUIZA. Cerca de Ginebra.

Talos postrados, filamentos con ápice ramificado; **vaina** común incolora, de ápice abierto, rugosa en el margen, a veces con constricciones transversales anulares, filamentos y tricomas muy entremezclados entre sí; **tricomas** rectos, ápice ligeramente atenuado, septos no constreñidos. **Células** isodiamétricas, 6.5-7.0 µm largo, 7.0-7.2 µm diámetro, con granulaciones en los septos; las apicales puntiagudas, capitadas o redondeadas con una caliptra puntiaguda o hemisférica. Fig. 67.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de Baja California Norte, Chiapas, Chihuahua, Durango, México, Michoacán, Nuevo León, San Luis Potosí, Sonora, Veracruz y Yucatán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: ex Hda. Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 277); Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 934); *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 936); San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 941); *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 942).

Hábitat. Crece como subaerofíticas en suelos, paredes y rocas húmedas, rara vez sumergida en aguas corrientes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipélica, epífita, epilítica y edáfica formando céspedes filamentosos, natas y películas filamentosas en canales, estanques artificiales y charcos, temperatura del agua: 21-26 °C, pH 6.5-7.5.

OSCILLATORIACEAE (S.F. Gray) Harvey ex Kirchner

Filamentos isopolares, en matas o películas, ocasionalmente en capas, rara vez tricomas solitarios o en fascículos; **vaina** ausente o facultativa o siempre presente, firme, abierta, con 1-más tricomas, ramificaciones falsas presentes o ausentes, aerotopos ausentes o raros, tricomas inmóviles o móviles. **Células** discoides, muy cortas. **División celular** rápida, ocasionalmente con zonas meristemáticas; multiplicación por desintegración del tricoma en hormogonios más o menos cortos, de la parte apical del tricoma o del tricoma entero.

Diversidad. Familia con 2 subfamilias y 6 géneros con 246 especies; 5 géneros y 77 especies en México. 2 géneros y 5 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

OSCILLATORIOIDEAE Gomont

Tricomas rara vez solitarios, principalmente formando películas, **vaina** facultativa (en condiciones especiales) o siempre presentes, ramificaciones falsas ausentes o muy raras, ligeramente desarrolladas o laterales; multiplicación por hormogonios.

Diversidad. Subfamilia con 5 géneros con 237 especies, 4 géneros y 75 especies en México. 2 géneros y 5 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LOS GÉNEROS

1. Vaina siempre visible y firme ... 1. *Lyngbya*
1. Vaina no visible al microscopio fotónico ... 2. *Oscillatoria*

1. *LYNGBYA* C. Agardh ex Gomont

1. *LYNGBYA* C. Agardh ex Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7, 15: 118. 1892.

Filamentos formando películas gruesas, muy entremezcladas, macroscópicas, rara vez solitarios, no ramificados o con falsas ramificaciones muy cortas y esporádicas; **vaina** obligatoria y firme, generalmente lamelada, sólo los hormogonios sin vaina; **tricomas** isopolares, rectos o ligeramente ondulados. **Células** discoidales, más anchas que largas, cilíndricas o en forma de barril, contenido finamente granulado, verde azul, verde olivo, amarillento, pardo, rosado, con tilacoides enrollados; septos granulados, constreñidos o no, ápice no atenuado, sin movilidad o muy escasa, pero los hormogonios móviles; aerotopos presentes o ausentes, casi en todo el volumen celular; las apicales con engrosamiento de la pared externa o con caliptra prominente. **División celular** en una rápida secuencia y en zonas meristemáticas irregulares; multiplicación por hormogonios más o menos cortos y móviles que se separan por la presencia de necridios.

Diversidad. Género con 103 especies en el mundo, 27 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

Lyngbya hieronymusii Lemmermann, Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön 12: 146-147, pl. IV: figs. 12, 13. 1905. TIPO: ALEMANIA. Brandenburgo: cerca de Potsdam.

Filamentos solitarios, 19.8-21.0 µm diámetro, ampliamente flexuosos, largos; **vaina** 2.7-3.7 µm grosor, incolora, ligeramente lamelada, firme en el centro, difluente hacia el margen; **tricomas** 13.6-14.9 µm diámetro, ápice no atenuado, verde azul pálido, marcadamente oscuros cuando la densidad de gránulos y aerotopos es alta; septos con gránulos densamente agrupados, sin constricciones. **Células** discoidales, 2.4-3.8 µm largo, relación largo/diámetro

1.8-2.6 veces más anchas que largas, contenido celular con gránulos dispersos; la apical redondeada, pared externa sin engrosamiento. **División celular** en zonas meristemáticas. Fig. 68.

Distribución. África, América, Asia, Europa y Oceanía. En México se ha registrado en los estados de Puebla y Veracruz.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 941). **Mpio. Vicente Guerrero:** San Bernardino Lagunas, Laguna Mayor, aguas obscuras, sin contaminación, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 183); *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 184).

Hábitat. Crece como planctónica en aguas estancadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica y metafítica formando parte de natas, perifiton y películas filamentosas en lago y charcos, temperatura del agua 21-25 °C pH 7.0-7.5.

2. *OSCILLATORIA* Vaucher ex Gomont

2. *OSCILLATORIA* Vaucher ex Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7, 15: 198. 1892.

Filamentos uniseriados, nunca ramificados, generalmente formando un talo fino, suave, microscópico o macroscópico, rara vez solitarios o en grupos pequeños, móviles (oscilantes, ondulantes, temblorosos); **vaina** inconspicua; **tricomas** isopolares, cilíndricos, rectos u ondulados, generalmente mayores de 8.0 μm diámetro. **Células** cilíndricas, discoides o en forma de barril, siempre más cortas que anchas, contenido celular finamente granuloso, verde azul, pardusco o rosado, con tilacoides enrollados, situados principalmente de manera irregular; septos con ápice no atenuado o ligeramente, granulados o gránulos escasos, conspicuos, constreñidos o no, sin aerotopos; la apical ampliamente redondeada, capitada o con caliptra delgada. **División celular** en una secuencia rápida, zonas meristemáticas irregulares; multiplicación por medio de hormogonios cortos, móviles, separados de las partes terminales del filamento por la presencia de necridios.

Diversidad. Género con 98 especies en el mundo, en México 37 especies, 4 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS ESPECIES

1. Filamentos con constricciones en los septos. *O. sancta*
1. Filamentos sin constricciones en los septos.
  2. Célula apical sin caliptra. *O. princeps*
  2. Célula apical con caliptra.
    3. Diámetro del filamentos mayor de 9.0 μm. *O. limosa*
    3. Diámetro del filamentos de 5.0 a 7.0 μm. *O. subbrevis*

Oscillatoria limosa Agardh ex Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7, 15: 210. 1892. *Oscillatoria limosa* Agardh, Dispositio Algarum Sueciae: 35. 1812. (Tipo no especificado).

Filamentos rectos, 9.9-16.4 µm diámetro, verde azules y verde amarillentos. **Células** 2.1-6.0 µm largo, relación largo/diámetro = 0.1-0.5 veces más anchas que largas, contenido celular granuloso, gránulos pequeños, escasos y dispersos; septos delgados, ápice recto, gránulos pequeños en hilera, una de cada lado, abundantes, sin constricciones; la apical ampliamente-redondeada, caliptra delgada. Fig. 69.

Distribución. Cosmopolita, incluyendo las zonas polares. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Veracruz y Yucatán.

Ejemplares examinados. OAXACA: Dto. Teotitlán: Río San Martín, río que cruza la carretera Tehuacán-Oaxaca. La velocidad de la corriente es variable, como el cauce (2.0-3.0 m de ancho), charcos aislados y remansos, sustrato rocoso y limoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1017). **PUEBLA: Mpio. Ajalpan:** Ajalpan, camino al "Rancho de Amador", charco, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 285).

Hábitat. Crece como bentónica en aguas estancadas o corrientes, especialmente en los márgenes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipsámica y metafítica formando céspedes filamentosos en ambientes mixtos y charcos, temperatura del agua 26-27 °C, pH 7.0-7.6, salinidad 5 UPS.

Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7, 15: 206. 1892. *Oscillatoria princeps* Vaucher, Hist. des Conferves d'eau douce: 190, Tab. 15, fig. 1,2. 1803. TIPO: SUIZA. Cerca de Ginebra.

Filamentos rectos, 39.0-52.0 µm diámetro, verde amarillentos. **Células** 3.3-5.3 µm largo, relación largo/diámetro = 0.1 veces más anchas que largas, contenido celular granuloso, gránulos grandes, abundantes y dispersos; septos delgados, ápice recto, sin gránulos, sin constricciones; la apical redondeada, hemisférica o truncada, caliptra ausente, pared externa con un ligero engrosamiento. Fig. 70.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado del Distrito Federal y los estados de Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Hidalgo, México, Morelos, Oaxaca, Puebla y Yucatán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tehuacán: Balneario ejidal San Lorenzo, albercas y estanques con agua que proviene de los manantiales de San Lorenzo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 933), (FCME-PAP 934), (FCME-PAP 935), (FCME-PAP 936), (FCME-PAP 937).

Hábitat. Crece como bentónica en aguas estancadas y corrientes, ocasionalmente planctónica. En Tehuacán-Cuicatlán crece como planctónica, epífita y epilítica formando céspedes filamentosos y natas en estanques artificiales, temperatura del agua: 26 °C, pH 6.5.

Oscillatoria sancta Kützing ex Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7, 15: 209. 1892. *Oscillaria sancta* Kützing, Tab. Phycol. 30, pl. 42: fig. VII. 1847. TIPO: ITALIA. Cerca de Roma: “In der Acqua santa”.

Filamentos rectos, 10.6-12.1 µm diámetro, verde azules a verde amarillentos, ápice no atenuado. **Células** 2.6-6.5 µm largo, relación largo/diámetro de las células = 0.2-0.6 veces más anchas que largas, contenido celular granuloso, gránulos pequeños, abundantes y dispersos; septos delgados, ápice cilíndrico, recto o ligeramente curvo, con gránulos grandes en hilera, una de cada lado, abundantes, constricciones ligeras a evidentes; la apical redondeada, breve o aplanada ligeramente, 6.8 µm largo, capitada, caliptra gruesa. Fig. 71.

Distribución. Cosmopolita. En México se ha registrado en los estados de Hidalgo, Morelos, Oaxaca y Puebla.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Ajalpan: Ajalpan, canal de riego, con corriente temporal, sustrato lodoso con cantos rodados, *Novelo y Tavera s.n.* (FCME-PAP 289). **Mpio. Coxcatlán:** Zicastla, 6 km del río San Martín, río que atraviesa la carretera, en período de sequía sólo quedan charcos de río, sustrato rocoso y arenoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1051). **Mpio. Tehuacán:** ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 276). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006).

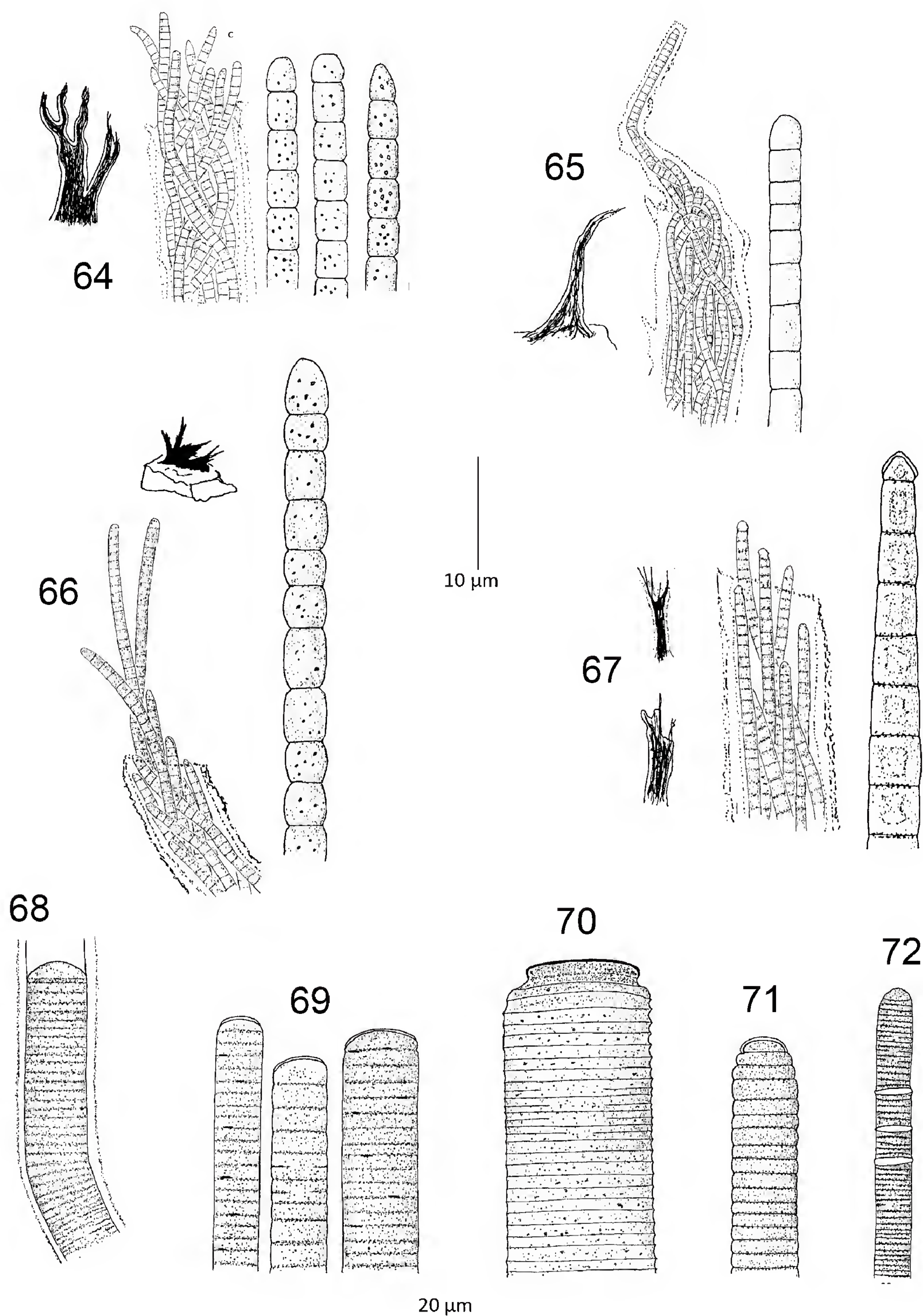
Hábitat. Crece como bentónica o en ocasiones flotante en aguas estancadas y corrientes, también en condiciones subaerofíticas en suelo húmedo. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica, planctónica y epipélica formando tapetes, películas filamentosas y céspedes filamentosos en ambientes mixtos, ríos y canales, temperatura del agua: 21-29 °C, pH: 6.0-8.6.

Oscillatoria subbrevis Schmidle, Bot. Jahrb. 30: 243-244, pl. IV: fig. 7. 1901. TIPO: TANZANIA. Usafwa: “Nakwikwi-Quellen”, manantiales termales.

Filamentos rectos, 5.3-7.2 µm diámetro, verde azules y verde grisáceos. **Células** 1.3-2.0 µm largo, relación largo/diámetro = 0.17-2.77 veces más anchas que largas, contenido celular granuloso, gránulos pequeños, escasos y dispersos; septos delgados, ápice recto, gránulos ausentes o pequeños y escasos en hilera, una de cada lado, sin constricciones; la apical redondeada, caliptra ausente. Fig. 72.

Distribución. Según Komárek y Anagnostidis (2005) existe tal diversidad de morfotipos que una distribución tan amplia como la que se ha registrado enmascara una condición heterogénea. En México se ha registrado en los estados de Hidalgo, México, Morelos, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala y Veracruz.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Altepexi: El Humilladero, 3 km antes de Ajalpan, carretera Tehuacán-Oaxaca, canal sobre una meseta, sustrato lodoso, aguas turbias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 265). **Mpio. Tehuacán:** San Lorenzo, arroyo, canales y charcos a 100 m de la carretera



Figs. 65-72. Cyanoprokaryota. Oscillatoriales. 64. *Microcoleus lacustris* (talo, filamento y tricomas). 65. *M. paludosus* (talo, filamento y tricoma). 66. *M. subtorulosus* (talo, filamento y tricoma). 67. *M. vaginatus* (talo, filamento y tricomas). 68. *Lyngbya hieronymusii*. 69. *Oscillatoria limosa*. 70. *O. princeps*. 71. *O. sancta*. 72. *O. subbrevis*.

Puebla-Tehuacán, a la entrada de los manantiales San Lorenzo, en este lugar confluyen aguas de pozos destinados al riego y desagües de manantiales, *Novelo s.n.* (FCME-PAP 2), (FCME-PAP 4), *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 303); ex Hacienda Garci-Crespo, libramiento de la carretera Puebla-Orizaba, canal de riego que pasa junto al ex Hotel Garci-Crespo, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 945). **Mpio. Tepanco de López:** Francisco I. Madero, río con corriente que proviene de San Agustín, de 2.5 m de ancho, corriente rápida, sustrato rocoso, aguas claras, no turbias, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 930), (FCME-PAP 931). **Mpio. Tlacotepec de Benito Juárez:** Tlacotepec, a la orilla de la carretera Puebla-Tehuacán, un estanque, temporal con abundante materia orgánica, agua muy turbia, con sustrato lodoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 284).

Hábitat. Crece como bentónica en aguas estancadas y corrientes, en aguas termales, suelos húmedos y condiciones subaerofíticas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epífita, edáfica, planctónica, epipélica y epilítica formando parte de natas, céspedes filamentosos, plancton, películas filamentosas y costras en charcos, canales y ríos, temperatura del agua: 19-37 °C, pH 6.5-8.0, pH del lodo 9.0.

NOSTOCALES (Borzi) Geitler

Bibliografía. Bornet, E. & Ch. Flahault. 1886-1888. *Revision de Nostocacées hètèrocystees contenues dans les principaux herbiers de France*, reimpresión por H.R. Engelmann (J. Cramer). 1959. Ann. Sci. Nat. Bot. 7a. ser. reimpresión Weinheim. Komárek, J. & K. Anagnostidis. 1989. Modern approach to the classification systems of cyanophytes. 4-Nostocales. *Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud.* 56: 247-345. Komárek, J., H. Kling & J. Komárková. 2003. Filamentous Cyanobacteria. *In:* Wehr, J.D. & R.G. Sheath. (eds.). *Freshwater algae of North America. Ecology and classification.* Academic Press, San Diego. p.p. 117-196.

Filamentos con tricomas iso o heteropolares, ramificaciones falsas o sin ellas; heterocitos y/o acinetos presentes, acinetos facultativos. **División celular** siempre perpendicular al eje principal del tricoma, monocitos conocidos en el género *Coleodesmiopsis* Dutt, Datta & Gupta; multiplicación principalmente por hormogonios u hormocitos.

Diversidad. Orden con 4 familias, 34 géneros y 729 especies, 21 géneros y 98 especies en México, 3 familias, 5 géneros y 5 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

CLAVE PARA LAS FAMILIAS

1. Tricomas heteropolares. Rivulariaceae
1. Tricomas isopolares.
  2. Con ramificaciones falsas, zonas meristemáticas subterminales o terminales. Scytonemataceae
  2. Sin ramificaciones, sin zonas meristemáticas. Nostocaceae

SCYTONEMATACEAE Kützing

Bibliografía. Frémy, P. 1925. Les Scytonémacées de la France. *Rev. Algol.* 2: 258-279. Sant'Anna, C.L. 1988. Scytonemataceae (Cyanophyceae) from the State of São Paulo, southern Brazil. *Nov. Hed.* 46: 519-539.

Filamentos con tricomas isopolares, con ramificaciones falsas, originadas después de la desintegración de un tricoma entre dos células vegetativas, las ramas generalmente en pares. **División celular**, los hormogonios germinan por ambos extremos y se desarrollan simétrica o rara vez por un sólo lado y entonces asimétrica, heterocitos presentes, acinetos facultativos, zonas meristemáticas subterminales o terminales.

Diversidad. Familia con 4 géneros y 110 especies, 1 género y 20 especies en México, 1 especie en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

1. ***SCYTONEMA*** Agardh ex Bornet & Flahault

1. ***SCYTONEMA*** Agardh ex Bornet et Flahault, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 5: 85. 1886.

Talos filamentosos o formando películas de filamentos densamente entremezclados, libres o en fascículos, con ramas erectas, ramificaciones falsas en pares, rara vez solitarios, las ramificaciones se originan por la presencia de necridios entre dos heterocitos, pero no junto a ellos, ambas ramas crecen paralelas o en posición cruzada; **tricomas** cilíndricos o ligeramente más amplios que el resto del tricoma, isopolares, uniseriados con heterocitos solitarios intercalares, septos constreñidos; **vaina** firme, limitada, lamelas paralelas o divergentes, verde olivo a verde azul pálido. **Células** apicales redondeadas, las intercalares generalmente más largas que anchas, con grandes pseudovacuolas y gránulos abundantes, irregularmente dispuestos, heterocitos intercalares, solitarios, rara vez en pares, cilíndricos o en forma de barril. **División celular** transversal en las zonas meristemáticas cercanas al ápice; multiplicación por hormogonios apicales, la germinación de los hormogonios es simétrica en ambos lados.

Diversidad. Género con 94 especies, 20 en México, 1 en el Valle de Tehuacán Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

Scytonema bohneri Schmidle, Bot. Jahrb. 30. 1901. TIPO: CAMERÚN. Njasoso.

Filamentos 8.0-12.0 µm diámetro, verde azul brillantes, entremezclados con otras algas formando masas mayores de 3.0 mm grosor, verde azul oscuro, pardo a negruzco, ramificaciones en pares escasas; **vaina** gruesa, hasta 2.0 µm grosor, firme, amarilla o sepia en las partes más viejas, lamelas tenues y paralelas; **tricoma** 6.1-9.7 µm diámetro, formado por células más cortas

que largas en la mayor parte del filamento, septos sin constricciones, ápice atenuado. **Células** 2.7-13.0 µm largo, contenido celular granuloso, gránulos pequeños y dispersos, en ocasiones muy vacuoladas, septos ligeramente constreñidos, con 1-3 gránulos grandes; la apical redondeada y ligeramente menor que el resto; heterocitos rectangulares, 7.0-8.5 µm largo, 8.9-12.5 µm diámetro. Fig. 73.

Distribución. América y Asia. En México, nuevo registro para el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tepanco de López: Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 911). **Mpio. Zapotitlán**: Cerro El Calvario. Muestras de suelo, *Novelo s.n.* (FCME-PAP A1).

Hábitat. Crece como edáfica y epilítica en aguas corrientes y estancadas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica y edáfica formando céspedes filamentosos en estanques artificiales y en cultivos de suelo seco. Temperatura del agua: 18 °C, pH 7.0.

RIVULARIACEAE Kützing

Filamentos y **tricomas** heteropolares, terminaciones con ápice en forma de pelo, ramificaciones falsas presentes en algunos géneros, en otros es facultativa, originándose después de la desintegración del tricoma en los heterocitos, las ramas son solitarias, los hormogonios germinan sólo en un extremo, con formación de un heterocito basal en ese extremo; los heterocitos basales, intercalares facultativamente (antes de ramificarse); acinetos presentes, facultativos o ausentes; zonas meristemáticas subterminales.

Diversidad. Familia con 7 géneros y 196 especies, 4 géneros con 25 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

1. ***CALOTHRIX*** Agardh ex Bornet & Flahault

1. ***CALOTHRIX*** Agardh ex Bornet & Flahault, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 3: 345. 1886.

Filamentos solitarios o en pequeños grupos, separados unos de otros (sin mucílago común), heteropolares en la parte basal y apical, rara vez con ramificaciones laterales simples, orientadas más o menos en dirección del crecimiento original; **tricomas** con heterocitos hemisféricos o esféricos, basales y ocasionalmente intercalares y cilíndricos, la parte basal de los tricomas a veces ensanchada, septos constreñidos o no, la parte apical en forma de pelo compuesta por células largas, hialinas; **vaina** presente, generalmente firme, a veces lamelada y amarillenta, puede ser amplia en el ápice. **Células** cilíndricas o en forma de barril, aerotopos ausentes en células vegetativas, pero presentes en los hormogonios, acinetos basales en algunas especies. **División celular** transversal al eje principal del tricoma, sin zonas meristemáticas subapicales, los tricomas se desintegran en heterocitos y desarrollan nuevos tricomas

separadamente; multiplicación por hormogonios que se separan del tricoma por necridios y se liberan de la vaina después de la separación de los pelos terminales.

Diversidad. Género con 101 especies, 17 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero las especies con distribución restringida.

Calothrix parietina (Nägeli ex Kützing) Thuret, Ann. Sc. Nat. Bot., Ser. 6, 1: 381. 1875. *Schizosiphon parientinus* Nägeli ex Kützing, Species algarum: 327-328. 1849. TIPO: SUIZA. Zürich.

Filamentos hasta 1.0 mm largo, 10.0-20.0 µm diámetro, densamente agrupados, erectos o rara vez postrados, pardo amarillentos, adelgazándose gradualmente hasta formar un pelo, septos constreñidos; **vaina** gruesa, lamelada, ápice deshilado, incolora y amarillenta. **Células** 3.2-7.0 µm largo, relación largo/diámetro = 1.5-3 veces más anchas que largas, las basales más cortas que el resto del tricoma, verde azules, tricoma 5.0-12.0 µm diámetro, heterocitos 6.4-6.7 µm largo, 8.5-9.6 µm diámetro, los basales más anchos que los del tricoma, ocasionalmente intercalares en las ramificaciones falsas. Fig. 74.

Distribución. Probablemente cosmopolita, incluso en la Antártica. En México se ha registrado en los estados de Baja California, Baja California Sur, Nuevo León, Puebla y Sonora.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tepanco de López: Francisco I. Madero, sobre la carretera Puebla-Tehuacán, estanque de concreto, el agua se distribuye por canales de riego, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 913), (FCME-PAP 914), (FCME-PAP 915), (FCME-PAP 916), (FCME-PAP 917).

Hábitat. Crece como bentónica, perifítica, epilítica en aguas corrientes y estancadas, en lagos mars y suelos de varios ecosistemas. Forman costras impregnadas de CaCo2. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epilítica y epífita formando costras subaéreas en estanques artificiales, temperatura del agua: 18 °C, pH 7.0.

NOSTOCACEAE Eichler

Filamentos y **tricomas** isopolares, con partes terminales redondeadas o puntiagudas, a veces con células alargadas, no ramificados, los hormogonios germinan simétricamente por ambos lados, heterocitos presentes, intercalares o terminales, acinetos presentes con desarrollo paraheterocítico o apoheterocítico, todas las células son capaces de dividirse, sin zonas meristemáticas.

Diversidad. Familia con 2 subfamilias, 15 géneros y 303 especies en el mundo, 12 géneros y 63 especies en México, 2 géneros y 2 especies en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero las especies con distribución restringida.

CLAVE PARA LAS SUBFAMILIAS

1. Acinetos con desarrollo cercano a los heterocitos. Anabaenoide
1. Acinetos con desarrollo alejado de los heterocitos. Nostocoideae

ANABAENOIDEAE (Bornet & Flahault) Kirchner

Acinetos con desarrollo cercano a los heterocitos, es decir, paraheterocítico.

Diversidad. Subfamilia con 9 géneros y 166 especies, 7 géneros y 44 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

1. ***CYLINDROSPERMUM*** Kützing ex Bornet & Flahault

1. *CYLINDROSPERMUM* Kützing ex Bornet & Flahault, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 7: 249. 1886.

Filamentos formando matas compactas o planctónicas solitarias, rectos, ligeramente curvados o irregularmente helicoidales a todo lo largo; **vaina** inconspicua; septos constreñidos. **Células** cilíndricas, casi del mismo largo que diámetro o ligeramente más largas, contenido celular verde azul pálido a verde brillante, con gránulos dispersos, sin aerotopos; heterocitos terminales, ovoides, ovales o cónicos, en uno o ambos polos del tricoma, de pared ocasionalmente ornamentada; los acinetos se desarrollan inmediatos a los heterocitos, esféricos, ovales o cilíndricos, solitarios o en series, células alcanzan su tamaño original antes de dividirse, sin zonas de crecimiento en el tricoma; multiplicación por fragmentación del tricoma en hormogonios y por la germinación de los acinetos.

Diversidad. Género con 35 especies, 6 en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

Cylindrospermum stagnale (Kützing) Bornet & Flahault, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 7: 250. 1886. *Anabaena stagnalis* Kützing, Phyc. gen. 210. 1843. TIPO: ITALIA. "auf Ufer der Süsswassergräben bei Fusina-Venedig".

Filamentos rectos, no helicoidales, solitarios; tricoma 3.7-4.5 µm diámetro, verde azul pálido, con septos constreñidos. **Células** cilíndricas o ligeramente acinturadas, 3.5-4.1(-7.2) µm largo; heterocitos esféricos a elipsoidales, 6.6 µm largo, 5.4-6.2 µm diámetro, con abundantes bacterias epífitas; acinetos cilíndricos a oblongos, 14.0-20.3 µm largo, 6.0-12.4 µm diámetro, de pared lisa, pardos (inmaduros en el material revisado). Fig. 75.

Distribución. América, Asia, Europa. En México se ha registrado en los estados de México, Puebla y Veracruz.

Ejemplar examinado. PUEBLA: Mpio. Tecamachalco: Tecamachalco, calle 11 sur del poblado, canal que proviene de Valsequillo de aproximadamente 25.0 m de ancho, paredes de concreto, fondo cubierto de basura y sedimentos con algunas plantas dispersas, suelo húmedo con crecimientos poco visibles, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 901).

Hábitat. Crece como epífita y epipélica en aguas estancadas o corrientes. En Tehuacán-Cuicatlán crece como epipélica formando parte de céspedes filamentosos en canales.

NOSTOCOIDEAE (Borzi) J. Komárek & K. Anagnostidis

Acinetos con desarrollo apoheterocítico, lejanos a los heterocitos.

Diversidad. Subfamilia con 6 géneros y 137 especies en el mundo, 4 géneros y 19 especies en México, 1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, pero la mayoría de las especies con distribución restringida.

1. *NOSTOC* Vaucher ex Bornet & Flahault

1. *NOSTOC* Vaucher ex Bornet & Flahault, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. VII, 7: 181.1886.

Talos relativamente grandes, micro y macroscópicos, mucilaginosos, amorfos o esféricos, irregularmente esféricos o lobados, colonias con superficie suave o verrugosa, filamentosa o formando mucílagos planos y papiráceos, generalmente con periderma distintivo; los filamentos irregularmente enrollados y laxa o densamente reunidos, en ocasiones más hacia la capa periférica, **vaina** individual en cada filamento, visible en la periferia de la colonia o en colonias jóvenes, amplia y confluente con el mucílago de la colonia, en ocasiones parda amarillenta; **tricomas** isopolares de igual diámetro a lo largo del filamento. **Células** cilíndricas, abarriladas o casi esféricas (formando filamentos moniliformes), amplia variabilidad en la talla y forma celular en la misma especie; las apicales no diferenciadas, heterocitos solitarios, se desarrollan terminal o intercalarmente, acinetos se desarrollan apoheterocíticos, ovales, poco más grandes que las células, casi todas las células entre los heterocitos cambian sucesivamente en acinetos hacia los heterocitos. **División celular** transversal, multiplicación por hormogonios móviles, que se diferencian de los tricomas, por desintegración en los heterocitos, por desintegración del talo o por los acinetos. Ciclos de vida diversos y de complejidad variable, la presencia de estadios aseriados, en paquetes y con heterocitos extracoloniales es frecuente y dificultan la identificación específica.

Diversidad. Género con 56 especies, 16 en México,1 en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán.

Distribución. Cosmopolita, con distribución restringida a nivel de especie.

Nostoc muscorum Agardh ex Bornet &Flahault, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. VII, 7: 200.1886. TIPO: "BÉLGICA, FRANCIA, CÓRCEGA, AUSTRIA, ESTADOS UNIDOS": ... "ad Muscos et terram in locis humedis".

Filamentos escasos, forman colonias jóvenes pequeñas, esféricas a ovoides, 75.8-83.1(-700) µm diámetro, con tegumento (periderma) duro, ocre y evidente; **vaina** individual en cada filamento, filamentos con disposición homogénea en

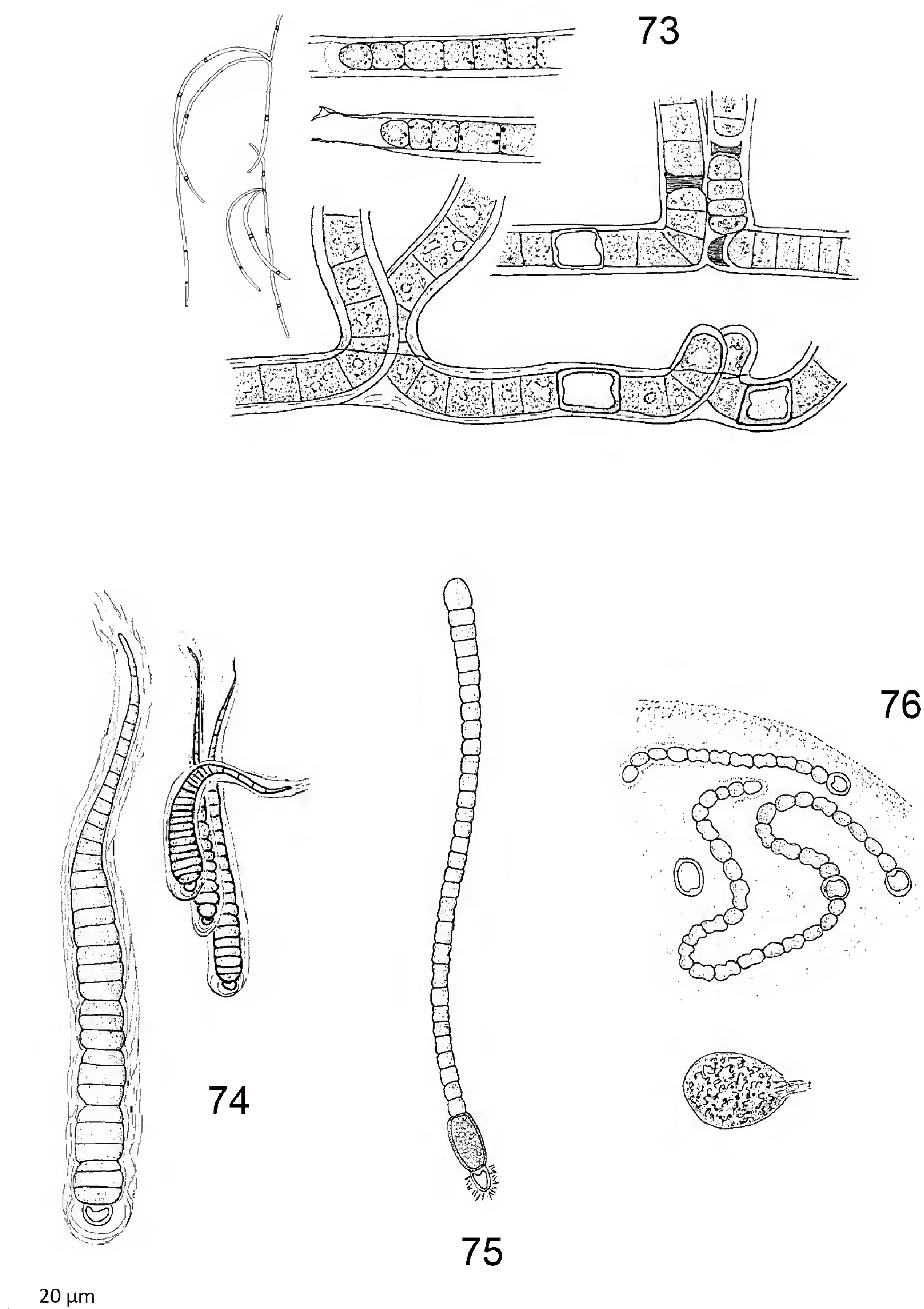
la colonia, en un arreglo laxo, **tricomas** de más de 40 células de largo. **Células** casi esféricas, 4.5-5.3 µm largo, 3.8-6.2 µm diamétro, verde azul pálido, contenido celular homogéneo, finamente granulado o no; la apical más o menos puntiaguda, la mayoría redondeadas; heterocitos 4.1-6.2 µm diámetro, intercalares, de tamaño similar a las células vegetativas, algunos solitarios en la colonia, acinetos ausentes. Fig. 76.

Discusión. La taxonomía de *Nostoc* se basa en caracteres de los acinetos. La identificación de nuestro material se base en las medidas de las células y heterocitos, debido a que los acinetos están ausentes. En la mayoría de los dibujos y descripciones se muestran y mencionan células cilíndricas, no redondeadas. Geitler (1932) menciona que los acinetos sólo se han observado una sola vez.

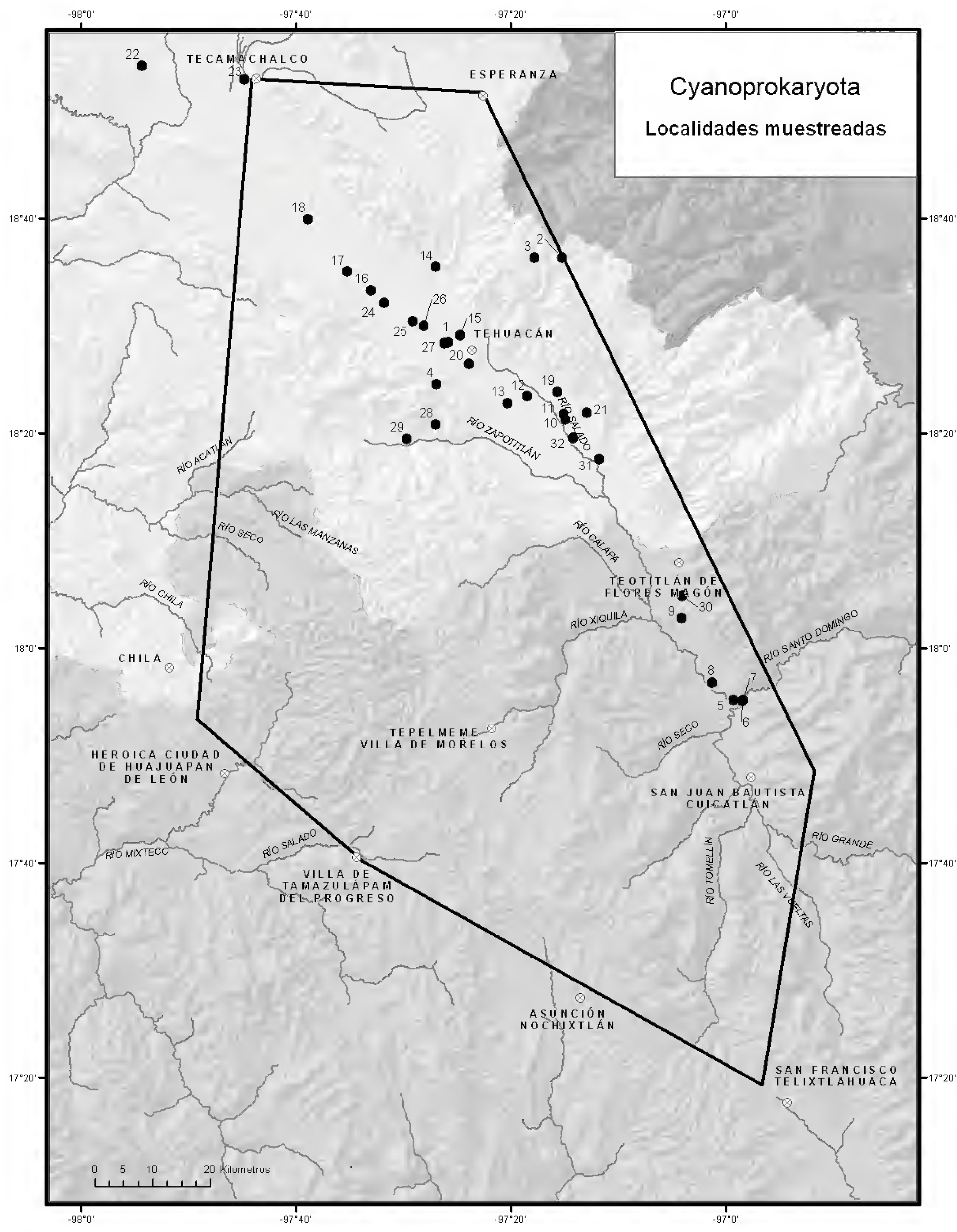
Distribución. Cosmopolita. En México ha sido registrada en los estados de Puebla, Quintana Roo y Sonora.

Ejemplares examinados. PUEBLA: Mpio. Tlacotepec de Benito Juárez: Tlacotepec, a la orilla de la carretera Puebla-Tehuacán, un estanque, temporal con abundante materia orgánica, agua muy turbia, con sustrato lodoso, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 284). **Mpio. Zapotitlán:** Arroyo independiente y ramal del río Salado, sustrato lodoso y cercano a una mina de ónix, con una gran cantidad de desechos de ella, *Novelo* y *Tavera s.n.* (FCME-PAP 1006); Cerro El Calvario. Muestras de suelo *Novelo s.n.* (FCME-PAP AA1).

Hábitat. Crece como edáfica, en los márgenes de cuerpos de agua o en condiciones subaéreas. En Tehuacán-Cuicatlán crece como edáfica y epipsámica formando tapetes, céspedes filamentosos, colonias laxas en ambientes mixtos, charcos y cultivos de suelo seco. Temperatura del agua: 21-32 °C, pH 6.0-8.6.



Figs. 73-76. Cyanoprokaryota. Nostocales. 73. *Scytonema bohneri* (talo, ramificaciones y ápices) 74. *Calothrix parietina* (filamento y talo) 75. *Cylindrospermum stagnale*. 76. *Nostoc muscorum* (filamento y colonia de 2 mm).


Cyanoprokaryota
Localidades muestreadas
TECAMACHALCO
ESPERANZA
TEHUACÁN
RÍO SALADO
RÍO ZAPOTITLÁN
RÍO ACATLÁN
RÍO SECO
RÍO LAS MANZANAS
RÍO CALAPA
RÍO CHILA
TEOTITLÁN DE FLORES MAGÓN
RÍO XIQUILA
RÍO SANTO DOMINGO
CHILA
TEPELMEME VILLA DE MORELOS
HEROICA CIUDAD DE HUAJUAPAN DE LEÓN
RÍO SECO
SAN JUAN BAUTISTA CUICATLÁN
RÍO GRANDE
RÍO MIXTECO
RÍO SALADO
VILLA DE TAMAZULÁPAM DEL PROGRESO
RÍO TOMELLÍN
RÍO LAS VUELTAS
ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN
SAN FRANCISCO TELIXTLAHUACA
0 5 10 20 Kilometros
-98°0'
-97°40'
-97°20'
-97°0'
18°40'
18°20'
18°0'
17°40'
17°20'

GLOSARIO

Aerotopos: grupos de vesículas de gas, no vacuolas pues no están delimitadas por una membrana. Son visibles al microscopio fotónico como cuerpos irregulares, negruzcos o parduzcos; pueden presentarse en cualquier parte de la célula o en sitios particulares, cerca de los polos o en las partes centrales.

Acinetos: células de reposo, con acumulación de sustancias de reserva y disminución de los tilacoides; son de talla mayor que las células vegetativas y cubiertas por una pared celular gruesa y de capas múltiples, en ocasiones ornamentada. La germinación de los acinetos es en condiciones favorables al desarrollo vegetativo.

Ápice: grupo de células que muestran polaridad en el desarrollo celular. Se distingue generalmente por una disminución progresiva del diámetro de las células.

Apoheterocítico: desarrollo cercano a los heterocitos, generalmente aplicado a los acinetos.

Baeocitos: células reproductoras, producto de una fisión múltiple, sucesiva o simultánea, de la célula madre que posee una vaina firme que se gelatiniza o rompe durante su liberación.

Caliptra: restos, a manera de cicatriz, de una vaina mucilaginosa o de la pared de un necridio que forma una cubierta engrosada en la parte externa de la pared celular de la célula apical de cianoprocariontes filamentosos.

Caulidios: estructura similar a un tallo, en las Cyanoprokaryota está formado principalmente por mucílago.

Células apicales o **células terminales**: célula terminal de un filamento o de un talo bien desarrollado y polarizado; no confundir con las células del extremo de un filamento recién liberado o fragmentado las que generalmente son convexas (redondeadas).

Células basales: células modificadas en los talos heteropolares que se fijan al sustrato, en organismos unicelulares la modificación puede consistir en un adelgazamiento o ampliación, también en ocasiones hay una modificación de la vaina.

Células de involución: células deformes, en contorno y talla, diferentes de las células vegetativas. Crecen en condiciones subóptimas y son raras en condiciones naturales, pero comunes en cultivos. Sus formas (irregulares o filamentosas) pueden ser características de algunos géneros.

Células de sacrificio o **células necrídicas**: células muertas que forman parte del ciclo de vida de los filamentos de cianoprocariontes, su muerte no es causada por condiciones adversas o al final del ciclo de vida; aparecen antes de la formación de ramificaciones falsas, de exocitos o de la formación de hormogonios.

Cenobio: agrupaciones celulares de una misma generación y con formas definidas.

Ceritomía o **células ceritomizadas:** protoplasma con apariencia de panal, estriado o en forma de red, resulta de una disposición de los tilacoides radial o de la apariencia de los espacios intratilacoidales.

Colonia: agrupaciones celulares de varias generaciones, con o sin forma definida.

Colonia clatrada: agrupaciones reunidas por un mucílago común que presenta huecos o perforaciones.

Confluente: firme, individualizado. Se refiere a los mucílagos que teniendo aspecto firme pueden reunirse sin perder su individualidad. Se opone a difluente.

Cultivos de suelo húmedo: cultivos obtenidos de una muestra de suelo húmedo o lodo litoral de cuerpos de agua.

Cultivos de suelo seco: cultivos obtenidos de una muestra de suelo seco.

Cromatoplasma: zona coloreada del protoplasma donde se sitúan los tilacoides, un cromatoplasma periférico distingue al arreglo parietal de los tilacoides.

Difluente: acuoso, fluido. Se refiere a los mucílagos que tienen aspecto acuoso y sin límites internos. Se opone a confluente.

Epilítica: que vive sobre rocas. Pueden ser acuáticas o subaéreas.

Epipélica: que vive sobre lodo, limo o arcilla.

Epipsámica: que vive sobre arena.

Exocitos: células reproductoras que se separan individualmente en hileras o grupos de la parte apical de células heteropolares, que generalmente están fijas a un sustrato.

Filamento: tricoma o tricomas envueltos por una vaina o sólo un tricoma sin vaina.

Gránulos o **granulaciones:** inclusiones celulares visibles al microscopio, generalmente son gránulos de sustancias de reserva o carotenoides, pueden estar distribuidos por toda la célula, concentrados cerca de las paredes celulares o en los septos.

Heterocitos: células especializadas que se originan de células vegetativas en algunas cianoprocariontes filamentosas; su distribución (intercalar, basal) en el filamento es característica de los grupos; posee un aparato fotosintético reducido y en él se encuentran las enzimas que permiten la fijación del nitrógeno atmosférico. Su aparición y frecuencia dependen del metabolismo y condiciones ambientales.

Heteropolaridad: diferencia morfológica presente en células, tricomas, filamentos o talos que distingue una parte basal (generalmente fija) de una apical (libre o erecta).

Hormocitos: hormogonios con vaina, generalmente inmóviles.

Hormogonios: sectores relativamente cortos de tricomas de cianoprocariontes que se separan del filamento original por fragmentación o por la formación de necridios o heterocitos, son estructuras reproductivas móviles que son liberados sin vaina, de los filamentos con vaina.

Isopolaridad: crecimiento no diferenciado en ambos extremos de los filamentos, el resultado produce ápices similares en ambos extremos.

Metafítica: que crece alrededor de plantas acuáticas o formando crecimiento masivos litorales.

Moniliforme: filamento compuesto por células con apariencia de cuentas de collar. La constricción intercelular es acentuada.

Monocitos: células reproductoras solitarias, liberadas de los talos, colonias y que son producidas sin división celular previa.

Nanocitos: células reproductoras pequeñas que se diferencian a partir de una célula madre después de una fisión múltiple sucesiva o simultánea dentro de un mucílago muy fino.

Necridios: ver células de sacrificio.

Nematoparénquimas: pseudofilamentos formando estratos más o menos ordenados.

Paraheterocítico: desarrollo alejado de los heterocitos, generalmente aplicado a los acinetos

Periderma: margen firme o mucílago denso que delimita las colonias mucilaginosas.

Perifiton: comunidad que crece fija a cualquier tipo de sustrato, pero sin ninguna estructura de fijación especializada.

Pseudofilamentos: hileras o filas de células en una colonia que no están conectadas distintivamente en una unidad fisiológica y no representan una unidad fisiológica particular.

Pseudoparénquimas: en las Cyanoprokaryota se refiere a agrupaciones de pseudofilamentos, filamentos o colonias que forman estratos no ordenados.

Pseudoramificación: rama aparente, en las que las hileras de células no están conectadas entre sí.

Ramificación o **ramificación verdadera:** producto de un cambio en el plano de división celular en los organismos filamentosos, puede ser longitudinal o asimétrico respecto del eje del filamento, la célula dividida produce un nuevo eje longitudinal de crecimiento. En esta ramificación las ramas se mantienen conectadas fisiológica y estructuralmente al tricoma original.

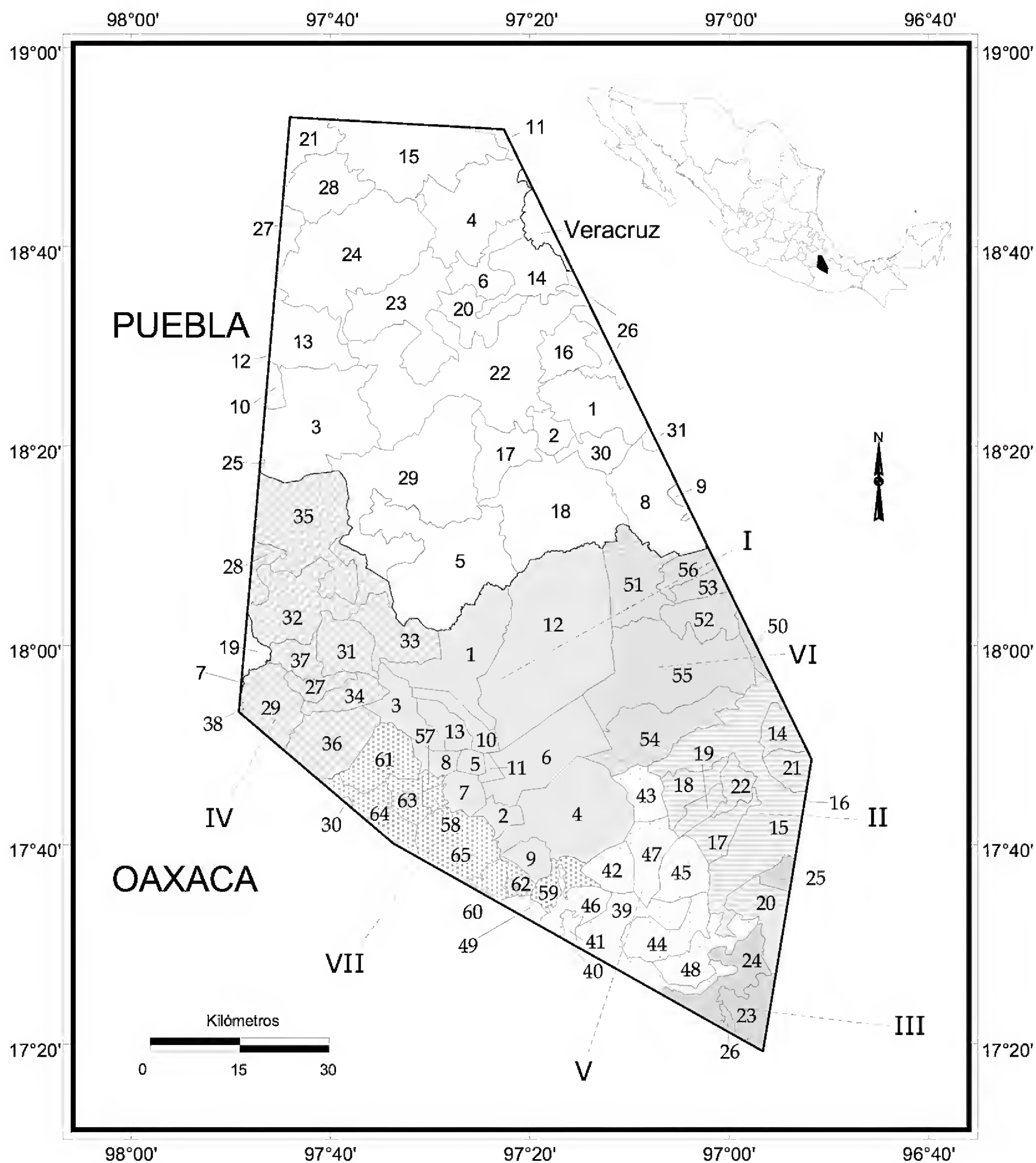
Ramificacion falsa: producto de la fractura de un filamento por la división transversal, los polos del tricoma (uno o ambos) emergen de la vaina en el punto de fractura. La fractura puede deberse también a la presencia de necridios.

Talo: relacionado con las cianoprocariontes, se refiere a la agregación macroscópica (visible a simple vista) de colonias o filamentos que tiene característica morfológicas relativamente constantes. Para otras algas se refiere al cuerpo de la planta.

Tricoma: hilera de células (uni o multiseriada) que se conectan entre sí formando una unidad fisiológica.

Vaina: capas mucilaginosas, firmes o acuosas, delgadas o firmes que rodean las células y tricomas; es formada por la célula, no por la pared celular. Puede ser lamelada (estratificada) y coloreada.

ÍNDICE DE NOMBRES CIENTÍFICOS



98°00'
97°40'
97°20'
97°00'
96°40'
19°00'
18°40'
18°20'
18°00'
17°40'
17°20'
PUEBLA
OAXACA
Veracruz
I
II
III
IV
V
VI
VII
N
Kilómetros
0
15
30

OAXACA

DISTRITO	MUNICIPIO	No.
I Coixtlahuaca	Concepción Buenavista	1
	San Cristóbal Suchixtlahuaca	2
	San Francisco Teopan	3
	San Juan Bautista Coixtlahuaca	4
	San Mateo Tlapiltepec	5
	San Miguel Tequixtepec	6
	San Miguel Tulancingo	7
	Santa Magdalena Jicotlán	8
	Santa María Nativitas	9
	Santiago Ihuitlán Plumas	10
	Santiago Tepetlapa	11
	Tepelmeme Villa de Morelos	12
	Tlacotepec Plumas	13
II Cuicatlán	Concepción Pápalo	14
	San Juan Bautista Cuicatlán	15
	San Juan Tepeuxila	16
	San Pedro Jaltepetongo	17
	San Pedro Jocotipac	18
	Santa María Texcatitlán	19
	Santiago Nacaltepec	20
	Santos Reyes Pápalo	21
	Valerio Trujano	22
III Etla	San Francisco Telixtlahuaca	23
	San Jerónimo Sosola	24
	San Juan Bautista Atatlahuaca	25
	Santiago Tenango	26
IV Huajuapam	Asunción Cuyotepeji	27
	Cosoltepec	28
	Ciudad de Huajuapam de Léon	29
	San Andrés Dinicuiti	30
	San Juan Bautista Suchitepec	31
	San Pedro y San Pablo Tequixtepec	32
	Santa Catarina Zapoquila	33
	Santa María Camotlán	34
	Santiago Chazumba	35
	Santiago Huajolotitlán	36
	Santiago Miltepec	37
	Zapotitlán Palmas	38

DISTRITO	MUNICIPIO	No.
V Nochixtlán	Asunción Nochixtlán	39
	San Andrés Sinaxtla	40
	San Juan Yucuita	41
	San Miguel Chicaua	42
	San Miguel Huautla	43
	San Pedro Coxcaltepec Cántaros	44
	Santa María Apazco	45
	Santa María Chachoapan	46
	Santiago Apoala	47
	Santiago Huauclilla	48
	Santo Domingo Yanhuitlán	49
VI Teotitlán	Mazatlán Villa de Flores	50
	San Antonio Nanahuatipam	51
	San Juan de Los Cues	52
	San Martín Toxpalan	53
	Santa María Ixcatlán	54
	Santa María Tecomavaca	55
	Teotitlán de Flores Magón	56
VII Teposcolula	La Trinidad Vista Hermosa	57
	San Antonio Acutla	58
	San Bartolo Soyaltepec	59
	San Juan Teposcolula	60
	San Pedro Nopala	61
	Santo Domingo Tonaltepec	62
	Teotongo	63
	Villa de Tamazulapam del Progreso	64
	Villa Tejupam de la Unión	65

PUEBLA

MUNICIPIO	No.	MUNICIPIO	No.
Ajalpan	1	San Gabriel Chilac	17
Altepexi	2	San José Miahuatlán	18
Atexcal	3	San Miguel Ixitlán	19
Cañada Morelos	4	Santiago Miahuatlán	20
Caltepec	5	Tecamachalco	21
Chapulco	6	Tehuacán	22
Chila	7	Tepanco de López	23
Coxcatlán	8	Tlacotepec de Benito Juárez	24
Coyomeapan	9	Totoltepec de Guerrero	25
Coyotepec	10	Vicente Guerrero	26
Esperanza	11	Xochitlán Todos Santos	27
Ixcaquixtla	12	Yehualtepec	28
Juan N. Méndez	13	Zapotitlán	29
Nicolás Bravo	14	Zinacatepec	30
Palmar de Bravo	15	Zoquitlán	31
San Antonio Cañada	16		

Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 90. Cyanoprokaryota, se terminó de imprimir el 19 de septiembre de 2011, en los talleres de S y G editores, Cuapinol 52, Col. Pedregal de Santo Domingo, 04369 México, D.F. sygeditorespress@gmail.com. Se tiraron 300 ejemplares sobre papel bond de 90 grs. y las cubiertas en cartulina reciclada concept de 220 grs., el cuidado de la edición estuvo a cargo de los editores.

FASCÍCULOS PUBLICADOS *

* Por orden alfabético de familia

FASCÍCULOS PUBLICADOS *

* Por orden alfabético de familia



ISBN 978-607-02-2565-9
9 786070 225659